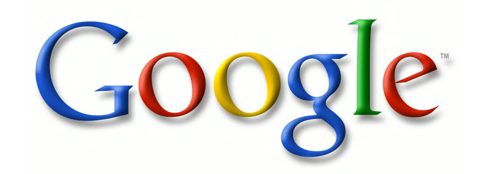



USTAV E STECHERT
9 EAST 16 STREET
NEW YORK

DIE SCHICKSALE DER FÄKALIEN
IN KANALISIERTEN UND NICHTKANALISIERTEN STÄDTEN.

RIESELFELDER.

BEARBEITET

VON

GEORG H. GERSON,
LANDWIRT IN BERLIN.

DR. J. H. VOGEL,
VORSTEHER DER VERSUCHSSTATION DER DEUTSCHEN LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT IN BERLIN.

DR. TH. WEYL,
PRIVATDOCENT IN BERLIN.

MIT 10 ABBILDUNGEN IM TEXT.

HANDBUCH DER HYGIENE

HERAUSGEGEBEN VON

DR. THEODOR WEYL.

ZWEITER BAND. ERSTE ABTEILUNG.
ZWEITE LIEFERUNG.

JENA,
VERLAG VON GUSTAV FISCHER.
1896.

Inhaltsübersicht.

Die Schicksale der Fäkalien sind im allgemeinen von dem in der Stadt angewandten Reinigungssysteme abhängig.

Die Fäkalien nicht kanalierter Städte fängt man in Gefäßen verschiedener Größe auf und entleert dieselben seltener oder häufiger.

Im ersten Falle benutzt man Gruben, im letzteren Tonnen oder Kübel. Die Fäkalien bleiben unter den genannten Verhältnissen zumeist mit Wasser unverdünnt und werden entweder ohne jede weitere Vorbereitung zum Düngen der Felder benutzt oder man bemüht sich den Wert der Fäkalien durch Konzentrierung (Pudrettierung) zu erhöhen oder aus den Fäkalien stickstoffreiche anorganische Dünger (schwefelsaures Ammoniak) herzustellen. In seltenen Fällen findet auch eine Verbrennung der Fäkalien statt.

In kanalisierten Städten führt man die mit großen Wassermengen verdünnten Fäces auf Rieselfelder oder läßt sie im natürlichen oder geklärten Zustande in den nächsten Fluß einströmen, wenn sein Wasserreichtum dieses gestattet.

Die im vorstehenden kurz angedeuteten Schicksale der Fäkalien sollen in den nachfolgenden Kapiteln eingehender verfolgt werden.

Den Schluß bildet ein Abschnitt über Flußverunreinigung.

1. Die Schicksale der Fäkalien aus nicht kanalisierten Städten.

(Die landwirtschaftliche Verwertung der Fäkalien.)

Bearbeitet von

Direktor Dr. J. H. Vogel in Berlin.

Der Wert der Fäkalien zum Düngen des Ackers beruht in erster Linie auf deren Gehalt an Stickstoff, während die darin vorhandenen Mengen von Phosphorsäure, Kali und organischer Substanz bei weitem weniger wichtig und wertvoll sind.

Der hohe Düngewert der Fäkalien ist in landwirtschaftlichen Kreisen eine so allgemeinen anerkannte Thatsache, daß es auf den ersten Blick Verwunderung erregen muß, wenn der Landwirt im großen und ganzen so wenig Gebrauch von diesem billigen und vorzüglichen Mittel macht, um den Ertrag seiner Felder zu erhöhen. Der Grund hierfür dürfte in erster Linie in dem Umstande zu suchen sein, daß der hohe Gehalt an Wasser dem Transport der Fäkalien sowie ihrer Aufbewahrung bis zur geeigneten Düngezeit und dem Ausbreiten auf dem Acker nicht unbeträchtliche Schwierigkeiten entgegensetzt. Dieser Umstand gab Veranlassung, Mittel und Wege zu ersinnen, um die Fäkalien von ihrem Wassergehalt der Hauptsache nach zu befreien. Die damit verknüpften Kosten dürfen naturgemäß eine bestimmte Höhe nicht überschreiten, deren Grenze um so niedriger sein muß, je mehr die Fäkalien aus irgend welchen Gründen mit Wasser vermengt sind.

Das Hauptbestreben, eine möglichst hohe Verwertung der Fäkalien für die Landwirtschaft zu erzielen, muß also dahin gehen, die Fäkalien möglichst unverdünnt zu erhalten. Es gilt diese Grundbedingung nicht nur für alle Verfahren, welche bezwecken zunächst vor der Anwendung als Düngemittel die Fäkalien in eine marktfähige Handelsware umzuarbeiten, sondern auch für jene Fälle, wo die Fäkalien direkt, in rohem Zustande oder mit Torfmull etc. kompostiert, Verwendung finden sollen.

I. TEIL.

Die Fäkalien als Düngemittel im nicht konzentrierten Zustande.

Die Anwendung der Fäkalien zum Düngen der Felder in dem Zustande, in welchem sie produziert werden, ist alt und allgemein bekannt. Der Erfolg einer solchen Düngung hängt in erster Linie ab von dem Alter und der Aufbewahrung der Fäkalmassen und von der Art der Anwendung.

Nach der Art der Ansammlung und dem Alter der Fäkalien ist der Düngewert derselben ein außerordentlich verschiedener. Fäkalien, welche mit Hilfe des Kübelsystems und des Heidelberger Tonnensystems gesammelt werden, enthalten mehr oder weniger fast sämtliche Pflanzennährstoffe, welche ursprünglich in denselben vorhanden waren. Das bei der Gärung der Fäkalien und namentlich des Harns entstehende Ammoniak verflüchtigt sich bei längerem Stehen der Fäkalien außerordentlich rasch, und da bei dem Kübelsystem und dem Heidelberger Tonnensystem diese Fäkalien niemals sehr alt werden, pflegen auch in der Regel große Ammoniakverluste bei diesen nicht einzutreten. Ganz anders liegt die Sache bei Fäkalien, welche aus Gruben herstammen. Solche Gruben pflegen nur selten, oft nur in Zwischenräumen von einem Jahre und mehr, entleert zu werden und pflegen in der Regel nicht dicht zu sein. Sie lassen deshalb meistens einen Teil der flüssigen Exkremente, in welchen die Hauptmenge des Stickstoffs enthalten ist, durchsickern, sodaß eine relativ stickstoffarme Masse zurückbleibt. Der Rest hat während seiner langen Lagerung in den Gruben genügend Zeit, vollständig zu vergären. Der Harnstoff wird in Ammoniak übergeführt, welcher zum großen Teil langsam aus den Massen entweicht. Das Aufrühren der letzteren bei der Entleerung der Gruben bewirkt noch ein weiteres Entweichen des Ammoniaks und ein Teil desselben geht beim Aufbringen dieser Masse auf das Feld schließlich in die Luft. Da ist es nicht befremdend, wenn häufig von seiten der Landwirte Klagen laut werden, daß sie die Fäkalien der Städte nicht brauchen können, weil sie bei der Anwendung derselben nicht die erwartete Rente gefunden haben. Wie ersichtlich, decken sich in Bezug auf das Grubensystem die Interessen der Hygiene und der Landwirtschaft. Das Ansammeln der Fäkalien in Gruben ist dem Landwirt, welcher auf landwirtschaftliche Verwertung dieser Fäkalien rechnet, ebensowenig erwünscht, wie dem Hygieniker, der eine Verschlechterung der Luft und des Grundwassers beim Grubensystem zu befürchten hat [1].

Die Umwandlung des Harnstoffs in Ammoniak erfolgt bekanntlich sehr rasch. Nach 2—3 Tagen ist die Hauptgärung meist vollendet. In kürzerer Frist pflegt wohl, von vereinzelten Ausnahmen abgesehen, an keinem Ort eine Abfuhr der Fäkalien zu erfolgen. Man wird also kaum zu befürchten haben, daß man unvergorene Fäkalmassen bekommt, wenn man vom landwirtschaftlichen Standpunkt aus auf eine möglichst rasche Abfuhr drängt, und kann deshalb als Gesichtspunkt für die Anwendung der Fäkalien im rohen Zustande aussprechen, daß, je rascher und häufiger die Abfuhr erfolgt, um so

höher die landwirtschaftliche Ausnutzung der Fäkalien ist.

Ueber Menge und Art der Anwendung von Rohfäkalien zum Düngen der Felder bestehen in landwirtschaftlichen Kreisen noch die verschiedenartigsten Ansichten. Als allgemeine Norm können wir ungefähr folgendes aufstellen:

Während der Monate Oktober bis Juni können zu den verschiedenen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen die zur Verfügung stehenden Fäkalmassen stets direkte Verwendung auf dem Felde finden, sodaß es einer Ansammlung in Gruben oder Kompostierung während dieser Zeit nicht bedarf. Im Oktober und November werden dieselben zweckmäßig dem für Zuckerrüben und Kartoffeln bestimmten Acker gegeben. Man fährt sie auf die geschälte Stoppel und bringt sie alsdann mit dem Tiefpfluge unter. Zu den Rüben kann dann im Laufe des Winters auf dem ungepflügten Acker noch eine zweite Düngung mit Fäkalstoffen erfolgen. Auch die Kartoffeln vertragen eine zweite Gabe, wenn sie nicht schon vor der ersten Düngung mit Latrine Stalldünger bekommen haben. Es können im Durchschnitt jedes Mal bis zu 20 cbm Latrine auf 1 ha zur Anwendung kommen. Die mit diesem Quantum gegebene Stickstoffmenge muß im Vergleich zu der in den Fäkalien vorhandenen Phosphorsäure und dem Kali als außerordentlich hoch angesehen werden. Es empfiehlt sich deshalb, außer den 20 cbm Latrine noch ungefähr 100 kg Superphosphat resp. 200 kg Thomasschlacke und gleichzeitig 300 kg Kainit pro ha zu geben; außerdem muß auf jeden Fall für die Gegenwart genügender Mengen Kalk Sorge getragen werden, also event. dem Düngen mit Fäkalien eine Kalkung oder Mergelung des Ackers vorangehen. — Es ist dies um so mehr geboten, als die in nicht unerheblicher Menge in den Fäkalien enthaltenen Chloride andernfalls schädlich auf Menge und Güte der Pflanzen, namentlich der Kartoffeln und Rüben einwirken können. Bei fortgesetzter Düngung mit Fäkalien ist ein möglichst umfangreicher Anbau von Hackfrüchten sehr zu empfehlen, da die Fäkalien, wie alle in großen Mengen angewandten Düngemittel auch das Wachsen der Unkräuter sehr begünstigen. Letztere werden durch fortgesetzten Hackfruchtbau am besten beseitigt.

Im Laufe des Winters können alsdann bis kurz vor der Aussaat diejenigen Aecker mit Latrine gedüngt werden, welche mit Hafer bestellt werden sollen. Wintersaat wird zweckmäßig vor ihrer Aussaat mit Abortstoffen nicht gedüngt, weil bei irgend günstigem Wetter die Entwickelung im Herbst zu üppig wird, und wenn dies wegen widriger Witterung nicht eintritt, bleibt der erwartete Erfolg im Frühling dennoch aus. Dagegen ist es zweckmäßig, den Wintersaaten eine Kopfdüngung zu geben. Man beginnt damit am besten nach Neujahr, und kann dies, je wie es die Witterung erlaubt, bis Anfang April fortgesetzt werden. Wenn die Pflanzen wachsen, gehen durch das Bespritzen mit Latrine einige der jungen Triebe allerdings ein. Dafür entstehen indessen bald andere mit um so größerer Ueppigkeit. Wenn der Acker nicht so weich ist, daß er überhaupt unbefahrbar ist, wird es zweckmäßig sein, die Düngung bei Tauwetter vorzunehmen, selbst wenn recht tiefe Spuren von den Wagenrädern zurückbleiben. Bei anhaltendem trocknen Frostwetter leiden die Pflanzen leichter durch die auf die Blätter gespritzte Latrine, als durch das Zerfahren bei Tauwetter.

Das Verteilen der Latrine geschieht durch Wagen an welchen

eine Streuvorrichtung angebracht ist, sodaß das Auffahren des Düngers auf den Acker und dessen Ausbreiten auf demselben durch ein und denselben Vorgang geschieht.

Muß man die Fäkalmassen während der Monate Juni bis Oktober in Gruben ansammeln, so geschieht dies zweckmäßig in solchen Gruben, welche an einem Abhange gelegen sind, sodaß die Latrine nach Oeffnung eines am Boden der Grube befindlichen Ventils ohne weitere Vorrichtung durch eine Röhre in die angefahrenen Wagen auslaufen kann, oder man kompostiert dieselben mit Torfmull, Hausmull oder Straßenkehricht.

Auf solche Weise angewandt, vermögen die Rohfäkalien die Ernteerträge ganz außerordentlich zu erhöhen, und sind dieselben in ihrem Werte auf manchen Bodenarten dem Stallmist annähernd gleichzuschätzen. Ein Nachteil bei der Anwendung derselben bleibt die ekelerregende Beschaffenheit, welche es nicht immer ermöglicht, zuverlässiges Personal für diese Arbeiten zu gewinnen.

Seit ungefähr 10 Jahren wird es mehr und mehr Sitte, die Fäkalien namentlich dort, wo Tonnen- oder Kübelsysteme zur Anwendung gelangen, mit Torfmull zu bestreuen. Torfmull hat bekanntlich die Eigenschaft, große Mengen Flüssigkeiten aufzusaugen und dieselben zu absorbieren. Guter Torfmull, wie er jetzt in vielen Gegenden Deutschlands zu verhältnismäßig billigem Preise geliefert wird, vermag die 8—10fache Menge seines Eigengewichts an Wasser in sich aufzunehmen. In genügender Menge angewandt, vermag er also die flüssigen Fäkalien in eine feste, leicht transportable Masse zu verwandeln. Dadurch wird bewirkt, daß der ekelerregende Anblick, welchen Rohfäkalien stets gewähren, verdeckt wird, während durch die Eigenschaft des Torfmulls, die Gase zu absorbieren, die üblen Gerüche beseitigt werden. Bekanntlich ist es neben dem Ammoniak namentlich Schwefelwasserstoffgas, welches den in Zersetzung begriffenen Fäkalien entweicht, und den bekannten schlechten Geruch derselben bewirkt. Das Schwefelwasserstoffgas wird vom Torfmull so energisch absorbiert, daß Fäkalien, welche mit Torfmull in hinreichender Menge vermengt sind, hiervon nichts an die Umgebung abgeben, sofern dieselben nicht monatelang gelagert haben. Unter hinreichender Menge von Torfmull ist eine Beimengung von 1 Teil guten Torfmull auf ca. 6 Teile Fäkalien zu verstehen.

Die Frage, ob dem Torfmull auch die Eigenschaft zukommt, tötend auf Krankheitskeime einzuwirken, welche in den Fäkalien gelegentlich vorhanden sein können, war bis vor kurzem eine offene. Im allgemeinen war man bisher der Ansicht, daß diese Eigenschaft dem Hochmoor entstammenden Torfmull, welcher verhältnismäßig große Mengen von Humussäuren enthält, bis zu einem gewissen Grade innewohne. Die Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft hat, um über diesen Punkt Klarheit zu gewinnen, im Jahre 1893 Gelegenheit genommen, die Herren Professor Dr. Gärtner-Jena, Professor Dr. Fränkel-Marburg, Professor Dr. Löffler-Greifswald und Professor Dr. Stutzer-Bonn zu ausführlichen bakteriologischen Arbeiten über diese Frage aufzufordern. Diese Arbeiten sind kürzlich zum Abschluß gekommen und haben folgendes Resultat ergeben:

Torfmull ist an und für sich imstande, Krankheitskeime, speziell die der Cholera, in ganz kurzer Zeit zu töten. Sobald aber dem

Torfmull Fäkalien beigemengt sind, erfolgt diese Tötung weniger leicht resp. überhaupt nicht. Die untersuchten Torfmullarten verschiedener Herkunft und Beschaffenheit unterschieden sich in diesem Punkte nicht wesentlich.

Ein mit Schwefelsäure angereicherter Torfmull war dagegen imstande, rasch und sicher die Tötung von Cholerabakterien, welche Rohfäkalien zugefügt waren, zu bewirken, selbst dann, wenn nicht eine innige Vermischung des Torfmulls mit den Cholerabakterien stattfand, sondern wenn letztere nur mit dem Torfmull in solcher Menge überschüttet wurden, daß alle Flüssigkeit aufgesogen wurde [2].

Es wurde deshalb versucht, mit Schwefelsäure angereicherten Torfmull im fabrikmäßigen Betriebe herzustellen, und dieser Versuch ist als durchaus gelungen zu betrachten. Eine auf Veranlassung des Verfassers hergestellte Probe ergab bei der Analyse nachstehende Daten: 69,46 Proz. Trockensubstanz, 2,67 Proz. freie Schwefelsäure und außerdem noch 0,93 Proz. Schwefelsäure in Form löslicher Salze. Der Torfmull vermochte die 6—8 fache Menge seines Eigengewichts an Wasser aufzusaugen. Da im allgemeinen ein Gehalt von 2 Proz. freier Schwefelsäure im Torfmull genügt, um die beschriebene Wirkung hervorzurufen, muß das Präparat, welches sich in seiner äußeren Beschaffenheit vom gewöhnlichen Torfmull nicht unterschied, als durchaus gelungen bezeichnet werden. Es möge hier bemerkt werden, daß dieses Präparat zu einem nicht viel höheren Preise geliefert werden soll als gewöhnlicher Torfmull.

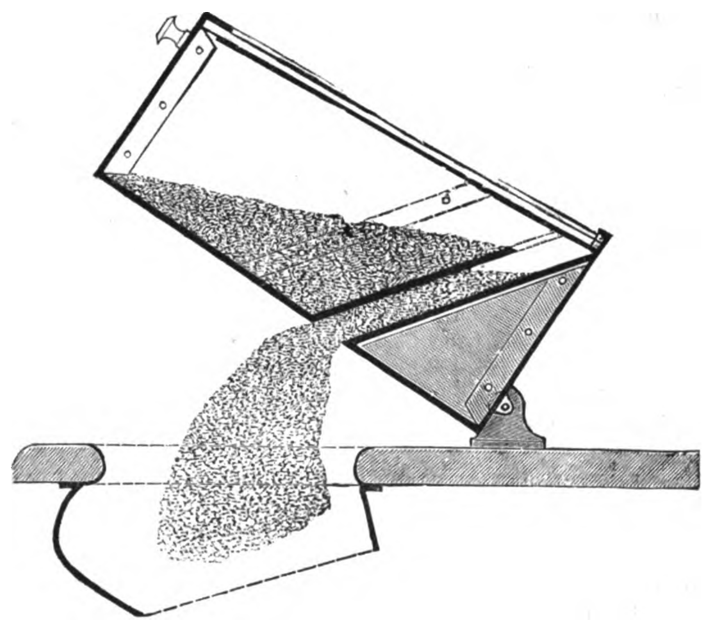
Die Vorteile, welche die Anwendung des Torfmulls in hygienischer und ästhetischer Hinsicht mit sich bringt, sind von so überaus großer Bedeutung, daß allein diese die Anwendung des Torfmulls zum Bedecken der Fäkalien zur Genüge empfehlen. Indessen auch beim Torfmullverfahren decken sich die Wünsche der Hygiene mit denjenigen der Landwirtschaft. Außer dem Schwefelwasserstoffgas saugt der Torfmull nämlich auch noch das bei der Gärung entstehende Ammoniak auf und verhindert so, daß ein Teil dieses wertvollen Pflanzennährstoffs verloren geht. Mit Torfmoll kompostierte Fäkalien sind deshalb als Düngemittel ganz außerordentlich viel wirksamer als Rohfäkalien, und zwar einmal aus dem soeben genannten Grunde, dann aber auch, weil die organische Masse und der Stickstoff des Torfmulls selbst in Verbindung mit den Bestandteilen der Fäkalien außerordentlich nutzbringend für den Acker zu sein pflegt, namentlich wenn es sich um leichten Boden handelt.

In verschiedenen Städten Deutschlands ist wegen der genannten sanitären Vorteile die Anwendung des Torfmulls zum Binden der Fäkalien obligatorisch gemacht, so z. B. in Stade, Neumünster und Hann. Münden.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß es am vorteilhaftesten ist, wenn das Beschütten der Fäkalien mit Torfmull stets sofort nach der Entleerung erfolgt. Dies wird am besten erreicht durch die Anwendung sogenannter selbstthätiger Torfmullstreuklosetts. Bis vor drei Jahren waren diese Apparate verhältnismäßig kompliziert und teuer, und konnten dieselben deshalb in der Praxis nicht in der wünschenswerten Weise Eingang finden. Diesem Uebelstand ist neuerdings abgeholfen worden. Auf der Ausstellung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft in Königsberg 1892 erschienen zum ersten Male von zwei Bremer Firmen selbstthätige Torfmullstreuklosetts, wie sie

einfacher nicht wohl denkbar sind. Es sind dies der Grevenberg-sche „Triumph“ (s. die Abbildung) und der Fischer'sche „Universal“-Streuapparat.

Diese Apparate bestehen aus einem einfachen Blechkasten, welcher auf dem Sitzbrett an Stelle des Deckels befestigt wird. In seinem Innern ist derselbe in zwei Teile geteilt, in einen vorderen größeren und einen hinteren kleineren. Der vordere Teil dient zur Aufnahme des Torfmulls und ist so eingerichtet, daß durch eine unter der oberen Wandung des Blechkastens angebrachte Oeffnung beim Heben des Kastens ein gewisses Quantum Torfmull in den hinteren Teil des Behälters



Torfmullklosett „Triumph“.

fällt. Wird nach stattgehabter Entleerung der Faeces der Kasten alsdann geschlossen, so fällt dieser Torfmull durch eine am unteren Teil des Kastens angebrachte Oeffnung direkt durch das Sitzloch auf die Fäkalien. Durch eine passende Größe der angebrachten Oeffnung ist es leicht erreicht worden, die Menge des jedesmal ausfallenden Torfmulls so zu bemessen, daß sie zum Aufsaugen der bei einer einmaligen Entleerung produzierten Fäkalien genügt. Ein solcher Apparat vermag nach den Ermittelungen des Verfassers ungefähr 3 kg Torfmull aufzunehmen. Durch jedesmalige Auf- und Abwärtsbewegung des Deckels werden von diesem rund 40—50 g auf die Fäkalien geschüttet. Eine einmalige Füllung des Kastens genügt also für 60 Sitzungen. Nimmt man an, daß von einer aus 5 Personen bestehenden Familie der Abort täglich 8 mal besucht wird, so würden höchstens 400 g Torfmull pro Tag oder knapp 150 kg pro Jahr erforderlich sein. Diese Menge Torfmull kostet zu normalen Zeiten durchweg 3—5 M. inkl. Transport von der Fabrik bis zum Verbrauchsorte. Die pro Person mithin für die Anwendung des

Torfmulls erforderlichen Kosten belaufen sich auf jährlich 0,70—0,90 M. Diese Summe erscheint nicht zu hoch, wenn man allein als Aequivalent dafür die gesundheitlichen Vorteile ins Auge faßt, welche mit der Anwendung des Torfmulls verbunden sind. Indessen der Wert der von einer Person im Verlaufe eines Jahres produzierten Fäkalien erhöht sich um weit mehr als 0,70—0,90 M., sofern dieselben mit Torfmull vermischt sind.

Verfasser dieses hatte es verschiedentlich versucht. Zahlen für das voraussichtlich produzierte Düngerquantum zu berechnen. Er war bei diesen Berechnungen davon ausgegangen, daß $^1/_6$ des Kotes und die Hälfte alles Harns verzettelt wird und nicht in die Aborte gelangt. Die später thatsächlich gewonnenen Düngermengen pflegten nicht mit den so berechneten Daten übereinzustimmen. Um nun hierfür in Zukunft sichere Grundlagen zu gewinnen, hat Verfasser in ungefähr 30 Familien in Potsdam, welche auf seine Veranlassung sämtlich Torfmullstreuklosetts in ihren Häusern eingeführt hatten, während eines ganzen Monats die Menge der in die Aborte gelangten Faeces gewogen. Es ist bekannt, daß pro Person im Durchschnitt mindestens 1100—1300 g Fäkalien pro Tag produziert zu werden pflegen. Die Menge der in den Torfmullstreuklosetts angesammelten Fäkalien betrug dagegen nur durchschnittlich 376 g pro Tag und Person. Es entspricht dies einer jährlichen Düngerproduktion von 137,47 kg pro Person. Man wird deshalb gut thun, bei Berechnungen eine höhere Summe als 140 kg pro Person und Jahr nicht zu wählen. Nach den dem Verfasser vorliegenden Daten über die in Neumünster in der Zeit vom 1. April 1893 bis 1. Oktober 1894 beim Kübelsystem abgefahrenen Fäkalien ergiebt sich eine täglich pro Person abgefahrene Menge 400 g Fäkalien. Die in Potsdam ermittelten Zahlen finden dadurch eine Bestätigung.

Wie bereits erwähnt, ist die düngende Wirkung der mit Torfmull gemengten Fäkalien eine ganz vorzügliche. Namentlich haben sich dieselben bei der Kultur der Rebe außerordentlich bewährt.

Man pflegt in der Regel dieselben Mengen davon anzuwenden wie vom Stallmist und zwar ähnlich wie bei der Anwendung der Rohfäkalien in rationeller Weise unter Beimengung von phosphorsäure- und kalihaltigen künstlichen Düngemitteln. Ist der Landwirt gezwungen, mit Torfmull vermengte Fäkalien vor dem Aufbringen auf das Feld längere Zeit in Gruben, Dungstätten oder an anderen Orten aufzubewahren, so wird das kalihaltige Düngemittel (Kainit) zweckmäßig schon während dieser Lagerung der Masse einverleibt. Hierdurch wird eine rationelle Konservierung bewirkt. Verfasser hat verschiedentlich Proben solcher Torffäkalien zwecks Vornahme der Analyse entnommen. Die Resultate waren im Durchschnitt: 80 Proz. Wasser, 17—18 Proz. organische Substanz, 3—4 Proz. Asche, 0,6—0,8 Proz. Stickstoff, 0,2—0,3 Proz. Phosphorsäure, 0,2—0,3 Proz. Kali. Bei der Anwendung des Düngers zu Kartoffeln muß man mit der Menge vorsichtig sein, da wegen des hohen Chlorgehaltes bei zu großen Gaben eine Verschlechterung der Kartoffeln durch Depression ihres Stärkegehaltes und Erhöhung ihres Stickstoffgehaltes eintritt. Um zu erfahren, wie weit die ungünstige Wirkung der Torffäkalien steigen kann, führte Verfasser im Jahre 1893 einen Düngungsversuch [12] mit außerordentlich hohen Mengen von Torffäkalien (ca. 350 Doppelcentner pro Hektar) auf leichtem Sandboden in

der Nähe von Potsdam aus. Während auf den ungedüngt gebliebenen Parzellen im Durchschnitt 65,9 kg Kartoffeln geerntet wurden, wurden auf den mit Torffäkalien gedüngten Parzellen 103,6 kg Kartoffeln erzielt. Der Stärkegehalt der ersteren betrug 17,5 Proz., derjenige der letzteren dagegen nur 15,8 Proz. Die Kartoffeln von den ungedüngten Parzellen hatten einen Stickstoffgehalt von 0,57 Proz., diejenigen der gedüngten Parzellen 0,71 Proz. Wenn auch bei diesen Versuchen die Erntemenge auf der gedüngten Parzelle ungefähr 57 Proz. höher war als diejenige auf der ungedüngten, so ist doch die Verschlechterung der Qualität eine so außerordentlich große gewesen, daß eine direkte Anwendung von Torffäkalien zu Kartoffeln in größeren Mengen nicht statthaft erscheint. Eine voraufgegangene Kalkung bez. Mergelung wird die ungünstige Nebenwirkung allerdings z. T. wieder aufheben und ist deshalb die alle 2—3 Jahre zu wiederholende Anwendung von Kalk oder Mergel bei andauernder Düngung mit Torfmullfäkalien dringend zu empfehlen.

Dem Landwirt kann unter Umständen Gelegenheit geboten werden, Fäkalien von besonders hohem Düngewert zu erhalten, und soll an dieser Stelle deshalb nicht unterlassen werden, hierauf hinzuweisen. Es sind das solche Fäkalmassen, welche aus Kasernen, Zuchthäusern und ähnlichen größeren Anstalten herstammen. Es pflegt in diesen Fällen jede Gelegenheit zu einer Verdünnung mit Wasser ausgeschlossen zu sein. Oft ist in diesen Massen eine überwiegend große Menge von Kot und relativ wenig Harn enthalten, d. h. nur diejenige Menge Harn, welche mit dem Kot gleichzeitig entleert zu werden pflegt.

So enthielt eine Probe Fäkalien, welche Verfasser selbst im März 1893 in der Kaserne zu Halle a. S. (Tonnensystem) entnahm, neben 12,51 Proz. Trockensubstanz 1,18 Proz. Stickstoff und eine andere Probe neben 11,23 Proz. Trockensubstanz 1,09 Proz. Stickstoff. Eine an demselben Tage vom Verfasser im Zuchthause zu Halle a. S. entnommene Probe enthielt 8,61 Proz. Trockensubstanz und 0,81 Proz. Stickstoff. In den größeren Strafanstalten kommt es nicht selten vor, daß die Fäkalien täglich 1—2 mal in ganz frischem Zustande zur Abfuhr gelangen. Es werden z. B. im Zuchthause zu Halle a. S. kleine verzinkte Blecheimer von ca. 15 l Inhalt in jeder Zelle aufgestellt und diese Blecheimer täglich 2 mal in bereitstehende Tonnenwagen entleert, welche ihrerseits 2 mal täglich abgefahren werden. Solche Fäkalien sollen rationellerweise nicht sofort auf das Feld gefahren werden, weil noch zu wenig Stickstoff in Ammoniak übergeführt ist und der Harnstoff in der Ackerkrume nicht in der energischen Weise absorbiert wird wie das Ammoniak. So waren z. B. in der oben angeführten Probe neben 0,81 Proz. Gesamtstickstoff nur 0,27 Proz. Ammoniakstickstoff enthalten. Man mischt diese Fäkalien am besten entweder mit Torfmull, oder wenn Straßen- resp. Hauskehricht zur Verfügung steht, mit diesen Substanzen und überläßt sie kurze Zeit der Gärung. Auch hier ist es zweckmäßig, bei dem Vermengen Kainit zwischenzustreuen und zwar in einer Menge von ungefähr 20 kg auf 1 cbm Fäkaljauche. Der so zum Kompostieren benutzte Kehricht besitzt auch seinerseits eine nicht unbeträchtliche düngende Wirkung, namentlich auf leichtem Sandboden, sowie auf lehmigem Sand- und sandigem Lehmboden. Sowohl Hauskehricht, wie Straßenkehricht schwanken in ihrer Zusammensetzung meist sehr erheblich.

Die Zusammensetzung des Hauskehrichts (s. Richter, Straßenhyg., dieses Handb. Bd. II, Abtlg. II) hängt von der Art des Brennmaterials, der Lage und Größe der Stadt und den ortsüblichen Gewohnheiten in Bezug auf Verwertung der Küchenabfälle ab. — Die Beschaffenheit des Straßenkehrichts schwankt namentlich infolge verschiedenartiger Pflasterung.

Verfasser hat im Jahre 1892 Straßenkehricht (der Hauptsache nach vom Berliner Asphaltpflaster stammend), sowie Hauskehricht aus Berlin, welcher bereits $^3/_4$ Jahre gelegen hatte und etwas angerottet war, von den nördlich von Berlin gelegenen Sammelplätzen zwecks Vornahme der Analyse entnommen. — Die Zusammensetzung war:

Die Probe Straßenkehricht enthielt: 39,89 Proz. Wasser, 22,44 Proz. organische Substanz, 37,67 Proz. Asche; ferner auf frische Substanz berechnet: 0,479 Proz. Gesamtstickstoff, 0,004 Proz. Ammoniakstickstoff, 0,452 Proz. Gesamtphosphorsäure, 0,370 Proz. Kali, 1,891 Proz. Kalk, 0,347 Proz. Magnesia.

Die Probe Hauskehricht enthielt: Feinerde (6,5 mm-Sieb) 60,2 Proz., Papier, Lumpen etc. 23,4 Proz., Schlacken, Kohlen etc. 9,6 Proz., Glas, Scherben etc. 3,2 Proz., Steine (über 6,5 mm) 2,2 Proz., Knochen, Muscheln etc. 1,0 Proz., Metall 0,4 Proz.

In der Feinerde des obigen Hauskehrichts waren enthalten: Wasser 19,00 Proz., Asche 60,94 Proz., organische Substanz 20,06 Proz.

An Pflanzennährstoffen waren vorhanden: Gesamtstickstoff 0,35 Proz., Ammoniak 0,05 Proz., Salpetersäure keine, Phosphorsäure 0,58 Proz., Kali 0,22 Proz., Kalk 8,92 Proz., Magnesia 1,74 Proz.

Die in den genannten Kehrichtarten enthaltenen nicht unbeträchtlichen Mengen von Pflanzennährstoffen werden durch das Kompostieren mit Fäkalstoffen in einen solchen Zustand versetzt, daß sie sehr viel leichter assimilierbar für die Pflanzen werden, als wenn man sie direkt zum Düngen benutzt.

II. TEIL.

Konzentrierte Düngemittel aus Fäkalien.

Wir haben vornehmlich zwei Verfahren ins Auge zu fassen, welche es ermöglichen, die Fäkalien in einen hochkonzentrirten Dünger umzuwandeln. Es sind das die Herstellung von Poudrette und die Gewinnung von schwefelsaurem Ammoniak durch Destillation. Anhangsweise sei an dieser Stelle noch die Gewinnung des Düngers aus Klärwerken besprochen.

1. Poudrette.

Der Herstellung von Poudrette ist das vollkommenste Verfahren, um sämtliche wertvollen Pflanzennährstoffe der Fäkalien als konzentriertes Düngemittel zu gewinnen. Das den verschiedenen Fabrikationsverfahren zu Grunde liegende Prinzip ist kurz das folgende:

Die Fäkalien werden mit Schwefelsäure im Ueberschuß versetzt und alsdann bei einer Temperatur von 100—130° C eingedampft.

Man wendet in der Regel auf 100 Teile Fäkalien 2 Teile Schwefelsäure von 50° Bé. an. Das gewonnene Produkt enthält zwischen 5—9 Proz. Stickstoff, 3—4 Proz. Phosphorsäure und 3—4 Proz. Kali. Der Düngewert einer solchen Poudrette ist ein außerordentlich hoher, da infolge Anwendung der Schwefelsäure die Pflanzennährstoffe größtenteils in eine leicht lösliche, von den Pflanzen leicht assimilierbare Form verwandelt werden. Die Poudrette kann dem aufgeschlossenen Peru-Guano als gleichwertig an die Seite gestellt werden. Der Handelswert derselben beträgt nach den heutigen Marktpreisen je nach ihrem Gehalt an Stickstoff 8—13 M. pro Doppelzentner. Der Erfinder dieses Verfahrens ist der durch sein Doppelröhrensystem bekannte Kapitän Liernur. Es gelang diesem indessen bis zu seinem kürzlich erfolgten Tode nicht, das Verfahren in der Praxis zur Einführung zu bringen. Dagegen ist eine nach genau demselben Grundsatze arbeitende Fabrik (System Podewils) seit 12 Jahren in Augsburg und eine zweite (System Manlove Elliot & Co.) seit 15 Jahren in Warrington (England) im Betriebe, während eine dritte Fabrik (System Venuleth & Ellenberger) 1894 in Bremen erbaut worden ist[14].

Mit der in Augsburg gewonnenen Poudrette sind von sachverständiger Seite zahlreiche Versuche namentlich an der Königl. landw. Akademie in Hohenheim[3] und an der Königl. Lehranstalt für Obst- und Weinbau in Geisenheim[4] angestellt worden, welche sämtlich die vorzügliche Wirkung dieser Poudrette bestätigen. Bislang noch nicht veröffentlichte Gutachten über den Wirkungswert der Poudrette liegen dem Verfasser ferner noch vor von den Herren Professor Dr. G. Wollny[5] in München und Professor Dr. J. Neßler[6] in Karlsruhe, in welchen nicht nur die außerordentlich günstige Wirkung der Poudrette bei den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, sondern auch diejenige bei den Gartengewächsen, vornehmlich bei den Gemüsen, sowie auch bei den Reben hervorgehoben wird.

Die Herstellung von Poudrette ist nur dann rentabel, wenn die Fäkalien thatsächlich unverdünnt zur Verarbeitung gelangen. Am besten eignen sich hierzu die mit Hilfe des Kübelsystems oder des Heidelberger Tonnensystems gesammelten Fäkalien.

2. Die Gewinnung von schwefelsaurem Ammoniak.

Die Gewinnung von schwefelsaurem Ammoniak durch Destillation bedingt eine im Prinzip von der Herstellung der Poudrette wesentlich verschiedene Verarbeitung.

Eine solche Destillationsanlage wurde im Jahre 1882 von Buhl u. Keller[7] in Freiburg i. Br. eingerichtet. In derselben sind bis vor einigen Jahren sämtliche Fäkalien Freiburgs auf schwefelsaures Ammoniak unter gleichzeitiger Gewinnung eines Dungpulvers verarbeitet worden. Das Verfahren besteht darin, daß die Fäkalien zunächst in großen Gruben oder Gefäßen in der Fabrik gesammelt und dort mit geeigneten Zusätzen (Kalk etc.) versehen werden, um eine Scheidung der festen von der flüssigen Masse zu bewirken. Nach dem Ablassen der letzteren, welche den größten Teil des Stickstoffs in Form von Ammoniak enthält, wird, ähnlich wie bei der Verarbeitung der Gaswasser, das Ammoniak durch Destillation abgetrieben und in vorgelegter Schwefelsäure aufgefangen. Die Rückstände werden getrocknet und finden unter dem Namen

„Dungpulver“ gleichfalls als Dungmittel Verwendung. Der Betrieb dieser Fabrik ist nach etwa 8-jährigem Bestehen eingestellt worden, angeblich weil das Verfahren sich nicht rentieren sollte, in Wirklichkeit indessen, weil die Unternehmer auf eine große Anzahl von Schwierigkeiten stießen, welche bei Neuanlage ähnlicher Unternehmungen sicher zu vermeiden sein würden. So hat z. B. die Fabrik die Rohfäkalien unter so ungünstigen Bedingungen erhalten, daß für dieselben resp. für den Transport zur Fabrik nicht unerhebliche Summen bezahlt werden mußten. Jede Fabrikanlage zur Verarbeitung menschlicher Abfallstoffe kann auf die Dauer aber nur dann mit Rente arbeiten, wenn als Grundbedingung kostenfreie Lieferung der Fäkalien zur Fabrik in der einen oder anderen Form gewährleistet wird. Ferner stieß während mehrerer Jahre der Absatz des Dungpulvers in der Freiburger Fabrik auf bedenkliche Schwierigkeiten, weil die irrtümliche Ansicht verbreitet worden war, dieses Dungpulver enthalte pflanzenschädliche Stoffe. Diesen und ähnlichen Umständen dürfte die Schuld beigemessen werden, daß das Unternehmen nicht den erwarteten Gewinn abwarf.

Seit drei Jahren werden in Amsterdam in ganz ähnlicher Weise wie früher in Freiburg die daselbst mit Hilfe des Liernur-Systems gesammelten Fäkalien verarbeitet und zwar mit solchem Erfolge, daß thatsächlich eine Rente erzielt wird, wovon sich Verfasser dieses selbst durch Prüfung der Bücher etc. an Ort und Stelle überzeugen konnte. Das dort befolgte Verfahren ist kurz folgendes:

Die Fäkalflüssigkeit wird mit ca. 1 Proz. Aetzkalk innig vermischt. Dadurch wird das gebundene Ammoniak in Freiheit gesetzt und die Phosphorsäure, Kohlensäure u. s. w. in Form unlöslicher Kalkverbindungen ausgefällt. Das Gemenge wird in hohe Cylinder überführt, in welchen sehr bald eine Klärung in eine schlammartige Masse und eine klare wasserhelle Flüssigkeit erfolgt. Letztere wird nunmehr dem Destillationsprozeß unterworfen. In Amsterdam dient zu diesem Zwecke ein kontinuierlich arbeitender Destillationsapparat von Dr. A. Feldmann, Bremen. Die geklärte Fäkalflüssigkeit tritt bereits vorgewärmt in die obere Kammer dieses cylinderförmigen Apparates, breitet sich hier in dünner Schicht aus und wird durch entgegenströmenden Dampf von za. 105° C zum Sieden erhitzt. Das hierdurch ausgetriebene Ammoniak wird in einen mit Schwefelsäure von 60° Bé. beschickten ausgebleiten Sättigungskasten geleitet und verbindet sich hier mit der Schwefelsäure zu schwefelsaurem Ammoniak. In Amsterdam wurden bis zum Schluß des Jahres 1894 täglich ungefähr 250 cbm Fäkalien auf diese Weise verarbeitet. Der Magistrat hat neuerdings indessen beschlossen bis zu 400 cbm täglich auf diese Weise verarbeiten zu lassen. Um dies mit den vorhandenen Apparaten zu ermöglichen, will man in mehreren großen Senkgruben die Fäkalien zunächst in einen dickflüssigen und einen dünnflüssigen Teil zerlegen und nur den letzteren auf schwefelsaures Ammoniak verarbeiten. Die Annahme auf diese Weise billiger arbeiten zu können, dürfte richtig sein; vom hygienischen Standpunkt ist diese Abänderung nicht gut zu heißen.

Die gewonnene Ware ist dem bei der Destillation von Gaswasser erhaltenen schwefelsauren Ammoniak vollständig gleichwertig und von diesem nicht zu unterscheiden. Der Gehalt derselben an Stickstoff beträgt im Durchschnitt 20 Proz. 1 Doppelcentner (100 kg) dieses Salzes

wird in Deutschland augenblicklich zum Preise von M. 27,00 verkauft und findet stets und willig Abnehmer.

Der Düngewert des schwefelsauren Ammoniaks ist ein allgemein bekannter. Die letzten Jahre vornehmlich haben zahlreiche Versuche gezeitigt, welche zur Evidenz nachweisen, daß das schwefelsaure Ammoniak dem Chilisalpeter in seiner Wirkung annähernd gleichkommt. P. Wagner[8] hat an der Versuchsstation Darmstadt zahlreiche Versuche über den Wirkungswert dieses Düngers angestellt und ist dabei zu dem Resultat gekommen, daß 1 Pfd. Stickstoff in schwefelsaurem Ammoniak gleichwertig ist 0,9 Pfd. Stickstoff im Chilisalpeter, sofern für eine Beidüngung von Kalk Sorge getragen ist. Zu fast genau demselben Resultate ist in jüngster Zeit Grahl-Berlin auf Grund zahlreicher Feldversuche gelangt, welche er jahrelang auf Veranlassung der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft auf zahlreichen Gütern angestellt hat[12]. Diese Thatsache bürgt dafür, daß die Nachfrage nach schwefelsaurem Ammoniak eine dauernde sein wird, und daß man mithin bei Anlage einer Fabrik zur Herstellung dieses Düngers aus Fäkalien um den Absatz in Zukunft nie verlegen zu sein braucht, zumal da die von der Landwirtschaft gewünschten Mengen von schwefelsaurem Ammoniak heute nicht annähernd beschafft werden können.

Anders verhält es sich indessen mit dem bei diesem Verfahren gleichzeitig gewonnenen Klärrückstande. Derselbe pflegt zunächst in Filterpressen von einem Teil seines Wassers befreit und dann an der Luft nachgetrocknet zu werden. Verfasser hat in Amsterdam Proben des gepressten Klärrückstandes direkt dem Betriebe entnommen und analysiert. Die Analyse ergab folgende Resultate: Gesamtstickstoff 1,277 Proz., darin enthalten: organischer Stickstoff 1,277 Proz, Ammoniakstickstoff fehlt, Trockensubstanz 93,33 Proz., Asche 71,40 Proz., Phosphorsäure 1,90 Proz., Kalk 33,60 Proz., Kohlensäure 26,85 Proz., Wasser 6,67 Proz.

Es stimmt diese Analyse mit den anderweitig gemachten Angaben überein.

So fand König[9] in drei Proben des nach dem Nahnsen-Müller'schen Verfahren gewonnenen Schlammes: 0,309, 0,346 und 0,77 Proz. Stickstoff, sowie 0,398, 0,411 und 1,32 Proz. Phosphorsäure. In dem nach dem Verfahren von Rothe-Roeckner in Essen gewonnenen Schlamme fand derselbe[10] im frischen Zustande 0,24 resp. 0,22 Proz. Stickstoff und 0,399 resp. 0,220 Proz. Phosphorsäure; im wasserfreien Zustande waren darin enthalten 0,877 resp. 0,946 Proz. Stickstoff und 1,459 resp. 0,946 Proz. Phosphorsäure.

Crookes[11] fand in einem nach dem Holden-Prozeß erhaltenen Niederschlage 0,5 Proz. Stickstoff und 0,3 Proz. Phosphorsäure; in einer anderen Probe 1,55 Proz. Stickstoff und 1,98 Proz. Phosphorsäure in der Trockensubstanz.

Weder in Amsterdam noch an anderen Orten, wo ähnliche Klärrückstände gewonnen werden, will es gelingen, dieselben zu verkaufen, trotzdem, wie aus vorstehender Analyse hervorgeht, gewisse Mengen wertvoller Pflanzennährstoffe in diesem Rückstande enthalten sind. Bei näherer Prüfung ist der Grund hierfür allerdings leicht ersichtlich. Die in dem Produkte enthaltenen Pflanzennährstoffe genügen nicht dasselbe auf weitere Strecken versenden zu können; daher ist man in Amsterdam

froh, wenn die Landwirte der Umgegend den Schlamm unentgeltlich abholen.

Den Wert eines Doppelzentners (100 kg) von diesem Schlamm zeigt nachstehende Berechnung, welcher die augenblicklichen Marktpreise zu Grunde gelegt sind: 1,3 kg schwer zersetzlicher organischer Stickstoff 0,80 M., 1,9 kg Phosphorsäure 0,42 M., 60 kg kohlensaurer Kalk 0,16 M., zusammen 1,38 M. Sobald mithin die Transportkosten von der Fabrik bis zum Acker und das Ausstreuen dieses Düngers den Betrag von 1,38 M. pro 100 kg übersteigen, kann der Landwirt selbst bei kostenloser Lieferung seitens der Fabrik von den Rückständen keinen Gebrauch mehr machen.

In einer Menge von 50—60 Ctr. pro ha angewendet, wirkt dieser Rückstand ausgezeichnet, namentlich auf leichtem und mittelschwerem Boden, wie das Verfasser in eigenen, bislang noch nicht veröffentlichten Versuchen konstatieren konnte. Landwirte, welche Gelegenheit hatten, diese Klärrückstände zum Düngen ihrer Felder zu benutzen, bestätigen diese Beobachtung.

Während, wie bereits oben erwähnt, für die Herstellung von Poudrette nur solche Fäkalien verwendet werden können, welche möglichst ganz unvermengt mit Wasser geblieben sind, ist eine Verarbeitung der Fäkalmasse auf schwefelsaures Ammoniak immerhin noch zulässig, wenn gewisse Mengen Wasser dem Rohmaterial beigemengt sind. Dieser Fall wird eintreten, wenn bei sog. getrennten Systemen (Liernur, Shone, Hempel) Wasserklosetts mit beschränkter Spülung eingeführt sind, wie das thatsächlich in Amsterdam beim Liernur-System der Fall ist. Die beste Kontrolle, ob der Grad der Verdünnung für Fäkalien, welche fabrikmäßig verarbeitet werden sollen, überschritten ist oder nicht, wird stets der Stickstoffgehalt derselben bleiben, weil in ganz überwiegendem Grade der Stickstoff den wertbestimmenden Bestandteil der Fäkalien ausmacht. Man kann im allgemeinen annehmen, daß in unverdünnten Fäkalien der Stickstoffgehalt zwischen 0,4—0,8 Proz. schwankt. Demgegenüber ist der Gehalt an Stickstoff in den in Amsterdam auf schwefelsaures Ammoniak verarbeiteten Fäkalien ein wesentlich niedrigerer. Verfasser hat am 26. und 27. Juni 1892 eine Anzahl Proben der zur Verarbeitung bestimmten Fäkalien in der Amsterdamer Fabrik entnommen, deren Analyse die nachstehenden Resultate ergab[12].

(Siehe Tabelle S. 323.)

Der Gehalt an organischem Stickstoff schwankte in diesen Fäkalien innerhalb sehr erheblicher Grenzen, jedoch immer parallel mit der Trockensubstanz, während demgegenüber der Gehalt an Ammoniakstickstoff sich bei den verschiedenen Proben stets ziemlich gleich blieb. Auffallend sind bei diesen Analysen übrigens die großen Differenzen im Kaligehalt zwischen a und d gegenüber b und c sowie die geringe Menge Phosphorsäure bei c.

Je konzentrierter die Fäkalmassen sind, um so höher wird die Rente sein, welche aus der Verarbeitung erzielt wird.

Es ist indessen nicht allein die Konzentration der Fäkalien resp. deren Gehalt an Stickstoff, welcher ausschließlich die Rentabilität bedingt! In ebenso hohem Grade hängt dieselbe ab von dem Kostenpreise der Kohlen, der in den verschiedenen Gegenden außerordentlich schwankt.

Im Liter Fäkalien der Amsterdamer Fabrik waren enthalten:

	a Rohfäkalien vom 26./7. 1892 3 Uhr nachmittags (bei großer Sonnenwärme, während der Kessel mit den Fäkalien direkt von der Sonne getroffen wurde)	b Rohfäkalien v. 26./7. 1892 8½ Uhr abends	c Rohfäkalien v. 27./7. 1892 6 Uhr morgens	d Rohfäkalien v. 27./7. 1892 10½ Uhr vormittags (Kessel noch im Schatten liegend)
Gesamtstickstoff	4,03	4,04	2,67	3,19
darin enthalten:				
Organischer Stickstoff	1,94	1,76	0,52	1,27
Freies Ammoniak etc.	1,69 } 2,09	1,85 } 2,28	1,95 } 2,15	1,56 } 1,92
Gebd. Ammoniak etc.	0,40	0,43	0,20	0,36
Trockensubstanz	40,23	30.44	11.58	20,88
Asche	13,19	11,19	6,35	8,22
Phosphorsäure	2.90	2,09	0,63	1.38
Chlor	1,56	1,92	1,95	1,56
Kalk	5,41	3,43	0.88	1,62
Kali	2,41	1,31	1,35	2,42
Wasser	959,77	969,56	988,42	979,12

Während beispweise in Augsburg der Preis der Kohlen 24 M. pro Tonne beträgt, ist dasselbe Quantum Kohlen in anderen Gegenden, wie z. B. am Rhein, für 10—12 M. zu erhalten. Es wird der Einfluß des Kohlenpreises ersichtlich, wenn man bedenkt, daß zur Verdampfung von je 1 cbm Fäkalien in Poudrettefabriken im Durchschnitt 90—100 kg Kohlen erforderlich sind, und daß bei der Destillation von schwefelsaurem Ammoniak auch noch für je 1 cbm Fäkalien 25 kg Kohlen verbraucht werden. Immerhin beweist das Beispiel in Amsterdam, wo die Kohlen im Jahre 1892 frei Fabrik pro Tonne M. 13,60 kosteten, daß Fäkalien, welche mit gleichem Volumen Wasser verdünnt sind, nach dem Destillationsverfahren sehr wohl mit Rente verarbeitet werden können, sofern sie kostenfrei zur Fabrik geliefert werden.

Während also, wie wir sahen, sich das Verfahren der Herstellung von Poudrette vorzüglich für solche Städte eignet, welche das Kübel- oder Tonnensystem eingeführt haben, dürfte das Destillationsverfahren mit Erfolg dort zur Anwendung gelangen können, wo die Fäkalien nach einem der getrennten Systeme mit beschränkter Wasserspülung abgeführt werden resp. dort, wo stark vergorener Grubeninhalt verarbeitet werden soll.

Nebenbei sei hier nur erwähnt, daß beide Verfahren eine absolut sichere Tötung sämtlicher in den Fäkalien etwa enthaltenen pathogenen Mikroorganismen gewährleisten. In beiden Fällen werden die Massen mindestens mehrere Stunden auf über 100° C erhitzt. Beim Poudrettierverfahren wird außerdem so viel Schwefelsäure hinzugesetzt, daß eine stark saure Reaktion eintritt, sodaß schon allein hierdurch sämtliche Lebewesen getötet werden müssen. Beim Destillationsverfahren werden genügende Mengen Kalkmilch hinzugefügt, welche auch ohne das nachfolgende Kochen bereits dasselbe Resultat mit einiger Sicherheit herbeiführen.

Es dürfte nicht ausgeschlossen sein, daß eine Kombination beider Verfahren die Rentabilität der Fäkalienverarbeitung erhöhen kann.

Bei der Fabrikation der Poudrette muß ein gewisser nicht unbedeutender Ueberschuß an Schwefelsäure verwendet werden, wenn anders man das Entweichen von Ammoniak verhindern will. Da nun aber durch freie Schwefelsäure die Kochapparate angegriffen werden, so würde es sich vielleicht empfehlen, nur bis zur Neutralisation mit Schwefelsäure zu versetzen und das beim Kochen noch entstehende und mit den Wasserdämpfen entweichende Ammoniak in Schwefelsäure aufzufangen. Je frischer und unvergorener die Fäkalien sind, um so mehr Ammoniak wird bei Anwesenheit genügender Mengen Schwefelsäure beim Kochen entweichen.

3. Dünger aus Klärwerken.

Es muß an dieser Stelle noch eines dritten Düngers Erwähnung gethan werden, welcher in neuerer Zeit in verschiedenen deutschen Städten aus Fäkalien hergestellt wird und in seinen wertbestimmenden Bestandteilen eine ganz ähnliche Zusammensetzung aufweist, wie die bereits erwähnten Klärrückstände vom Amsterdamer Destillationsverfahren. Es sind dies die aus den sog. Kläranlagen herrührenden Düngemittel. Solche Kläranlagen existieren z. B. in Frankfurt a. M., Wiesbaden, Halle a. S., Pankow, Lichterfelde und Potsdam. Verfasser nahm kürzlich Gelegenheit, in Potsdam Proben dieser getrockneten Klärrückstände zu entnehmen, um sie einer Analyse zu unterwerfen, deren Resultat aus nachstehender Zusammenstellung hervorgeht: Feuchtigkeit 4,36 Proz., Gesamtstickstoff 0,43 Proz., Gesamtphosphorsäure 0,60 Proz., Gesamtmagnesia 6,46 Proz., Kalkhydrat 1,93 Proz., kohlensaure Kalkerde 27,73 Proz., Steinchen 1,67 Proz., nicht bestimmt 52,82 Proz.

Die wertbestimmenden Bestandteile, namentlich der Stickstoff, waren also in diesen Klärrückständen noch in bedeutend geringeren Mengen vorhanden als in den Amsterdamer Klärrückständen, welche nach ganz ähnlichem Verfahren gewonnen worden sind. Es ergiebt sich daraus naturgemäß, daß bei diesen Kläranlagen auf einen irgendwie erheblichen Erlös für den Verkauf von seiten der Fabrik niemals gerechnet werden kann. Andererseits ist der Verbrauch der Rückstände für solche Landwirte, welche dieselben unentgeltlich erhalten können, in hohem Grade empfehlenswert, sofern sich nicht zu hohe Transportkosten von der Fabrik bis zum Acker ergeben. Die in Bezug auf ihre baulichen Anlagen großartigen Kläranlagen in Frankfurt a. M. produzieren hiervon beispweise jährlich außerordentlich große Mengen, und es ist den dort wohnenden Landwirten freigestellt, ohne jegliche Entschädigung so viel hiervon zu holen, wie ihnen beliebt. Da diese Rückstände nach dem oben Gesagten auf weite Strecken zu versenden nicht mehr rentabel ist, und da die in der Nähe Frankfurts wohnenden Landwirte nur eine beschränkte Menge auf ihrem Acker verwenden können, kann es nicht überraschend sein, wenn man sieht, wie große Mengen dieser Klärrückstände sich zeitweise in Frankfurt a. M. aufgespeichert haben, für welche es nicht gelingt, Abnehmer zu gewinnen. So verwerflich die erwähnten Kläranlagen hygienischer Hinsicht und für die Reinhaltung

der Flußläufe sind[13], ebensowenig liefern dieselben also ein für die Landwirtschaft brauchbares Düngemittel.

Neuerdings ist es gelungen, ohne Anwendung von Kalk durch ein neues Klärverfahren (Ferozone-Polarite-System) einen 2—3 Proz. Stickstoff und $1^1/_2$—$2^1/_2$ Proz. Phosphorsäure enthaltenden Schlamm zu erzielen. Das dabei entstehende Abwasser ist klar, reagiert neutral und ist durch geringe Menge von Kalkmilch leicht zu desinfizieren[14]. Doch fehlen noch Erfahrungen über die Verwendbarkeit dieser Reinigungsmethode im Großen. — Ein Klärrückstand mit der genannten Menge an Pflanzennährstoffen dürfte seitens der Landwirtschaft stets willig Abnehmer zu einem Preise finden, welcher einen Teil der Kosten des Klärverfahrens decken könnte.

Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle die Ausnutzung der Fäkalmassen zum Düngen durch Rieselung erwähnt. Die Beschreibung der Rieselfelder und die Ausnutzung der Dungstoffe auf denselben wird in dem folgenden Abschnitte behandelt werden.

1) *Vergl.* **Blasius**, *Dieses Handb.* 2. *Bd.* 1. *Abtlg.* *S.* 17, *ferner* **Büsing** *a. a. O.* *S.* 122.
2) *Vergl.* **Blasius**, *Dieses Handb.* 2. *Bd.* 1. *Abtlg.* *S.* 105.
3) *Württembergisches landwirtschaftliches Wochenblatt* (1883) 559; *daselbst* (1884) 523; *daselbst* (1886) 65. — **Strebel**, *Hopfenbau* 98—100; *vergl.* **Wehmer**, *Dieses Handb.* *Abtlg.* 2 *S.* 132.
4) *Bericht der Königlichen Lehranstalt für Obst- und Weinbau in Geisenheim a. Rh.* (1882/83) 18.
5) *Briefliche Mitteilungen vom* 6. *Februar* 1890.
6) *Briefliche Mitteilungen vom* 7. *Februar* 1890.
7) *Die Verwertung der städtischen Fäkalien von* **Heyden**, **Alexander Müller** *und* **von Langsdorff**, *Hannover* (1885) 71—79. *Ferner die Verwertung der menschlichen Abfallstoffe, insbesondere die Verarbeitung der Fäkalien zu Dünger- und Ammoniaksalze von* **K. Engler**, *Karlsruhe* (1883) 17—38. — „*Schutz gegen Seuchen*“ *von Dr.* **J. H. Vogel**, *II. Auflage, Verlag von Bodo Grundmann, Berlin* (1893) 19—21; **Blasius** *und* **Büsing**, *Die Städtereinigung* 2. *Bd.* 1. *Abtlg. dieses Handbuchs.*
8) *Erscheinungen auf dem Gebiete der Pflanzenernährung, I. Teil, Die Stickstoffdüngung* (1892) 441 *Seiten.*
9) **Koenig**, *Verunreinigung der Gewässer* (1884) 160.
10) **Koenig**, *a. a. O.* 188.
11) **Koenig**, *a. a. O.* 150. *Siehe auch Chem. News* (1872) 73. *Bd.* 217.
12) *Bislang noch nicht veröffentlicht.*
13) **B. Proskauer** *und* **Nocht**, *Z. f. Hyg.* (1891) 10. *Bd.* 111—135.
14) **J. H. Vogel**, *Die Verwertung der menschlichen Abfallstoffe, Heft* 8 *der* „*Arbeiten*“ *der deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, Berlin* 1895 (*im Druck befindlich*).

2. Die Rieselfelder.

Bearbeitet von

Georg H. Gerson, Landwirt in Berlin
und
Dr. Th. Weyl, Privatdocent in Berlin.

Einleitung.

(Verfasser: Th. Weyl.)

Kanalisierten Städten, welche ihre Fäkalien und Gebrauchswässer, mit großen Wassermengen verdünnt, den Sielen übergeben, stehen zur Beseitigung der Abwasser nur zwei Möglichkeiten zu Gebote.

Die gesamten Flüssigkeitsmengen werden entweder einem Flusse übergeben oder sie werden auf Rieselfelder geleitet*).

Unter welchen Bedingungen die Einleitung der Fäkalien und der Abwässer überhaupt in einen Fluß erfolgen kann, soll in der letzten Abteilung dieses Bandes erörtert werden, während die nächsten Kapitel der Besprechung der Rieselfelder: ihrer Anlage, ihrer Bewirtschaftung und ihrem Einflusse auf die öffentliche Gesundheit gewidmet sind.

Die wissenschaftlichen Grundlagen, aus denen die Berechtigung hergeleitet werden kann, den Boden als ein entgiftendes Filter für die Abfälle des menschlichen Haushaltes [1] zu benutzen, wurden erst vor 25 Jahren, und zwar durch jene englische, im Jahre 1868 zum Studium der Flußverunreinigung eingesetzte Kommission [2] gelegt, an deren chemisch-hygienischen Arbeiten Eduard Frankland den Löwenanteil nahm.

Angeregt durch die Resultate dieser Kommission, beschäftigten sich dann Helm und Lissauer, Falk, Fodor, Hofmann, Soyka, Wolffhügel, Schlössing, Warrington und Wollny in der Zeit vor den Reinkulturen mit Fragen verwandten Inhalts [1]. Dann kam die Aera Koch und mit ihr der unumstößliche Beweis, daß die Bakterien des Bodens bei den Zersetzungsprozessen im Boden eine führende Rolle spielen: eine Wahrheit, die von Schlössing

*) Dafs die Abwässer nicht im Wohnboden versickern dürfen, bedarf hier keines Beweises. Siehe Fodor, Hygiene des Bodens, dieses Handb. 1. Bd. 117 ff. und 186 ff.

und Müntz, von Pasteur und seinen Schülern vorher bereits einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit erhalten hatte [1].

Aber lange vor diesen wissenschaftlichen Ermittelungen haben Rieselfelder für die Städtereinigung eine bedeutsame Rolle gespielt. Besitzt doch die Stadt Bunzlau bereits seits 1559 ein zur Reinigung der städtischen Abwasser bestimmtes Rieselfeld [3], und die ersten englischen Anlagen, nämlich diejenigen der Stadt Edinburgh, funktionieren seit 1760. Der erwähnte englische Bericht [2] vom Jahre 1870 zählt schon 13 kleinere oder größere Rieselanlagen für städtische Abwässer auf, und im Mai 1895 beziffert Reechling [4] deren Zahl auf mehr als 42 (S. 330).

In Deutschland besitzen Berlin, Breslau und Danzig größere Rieselfelder, während in Frankreich nur Paris mit solchen versehen zu sein scheint.

Die große Zahl englischer mit Rieselfeldern versehener Städte deutet nun zwar schon genügend auf die Brauchbarkeit dieser Methode zur Beseitigung der städtischen Abwässer und Fäkalien hin; trotzdem aber scheint es nicht überflüssig, an dieser Stelle diejenigen Gründe kurz zusammenzustellen, welche beweisen, daß das Rieselverfahren mehr als irgend eine andere Methode der Abwässerreinigung leistet.

Die Leistungen jeder Methode zur Beseitigung städtischer Abfälle werden gemessen durch eine Größe, welche angiebt, wie viel Prozente der in den städtischen Abfällen enthaltenen organischen, also fäulnisfähigen Substanzen durch die angewandte Reinigungsmethode mineralisiert oder in anderer Weise unschädlich gemacht wird.

Weiterhin wird in neuerer Zeit auch die Zahl der Keime, die sich in der „gereinigten" Flüssigkeit vorfinden, als Maßstab für die Brauchbarkeit der angewandten Reinigungsmethode betrachtet.

Von anderen prinzipiell verschiedenen Methoden *), mit denen der Rieselbetrieb in Konkurrenz tritt, sind zu erwähnen:

1) die Verbrennung,
2) die mechanische Reinigung,
3) die chemische Reinigung.

Für die Verbrennung ist es klar, daß dieselbe nur dann mit Aussicht auf Erfolg angewandt werden kann, wenn es sich um leicht verbrennbare und durch Wasser möglichst wenig verdünnte Stoffe handelt.

Diese Bedingungen sind aber bei den städtischen Abfällen nur zum Teil erfüllt. Denn dieselben enthalten zwar im Liter Spüljauche (sewage) bis 4 g verbrennbare organische Substanzen (vergl. die Analysen S. 338 ff.); damit diese Stoffe aber wirklich verbrannt werden können, müssen sie erst völlig von Wasser befreit werden. Diese Verdampfung würde aber Summen verschlingen, welche selbst das reichste Gemeinwesen auf die Dauer aufzubringen außer Stande wäre.

Ebenso liegt auf der Hand, daß die einfache mechanische Reinigung, wie sie durch Filter sich ermöglichen läßt, dem Zwecke nur unvollkommen entspricht, weil ein Filter nur die ungelösten (suspendierten) Stoffe zurückhält, die gelösten aber zum größten Teile unverändert hindurchtreten läßt. Eine Filtration bewirkt also nur —

*) Ausführlicher werden die mechanischen und chemischen Methoden zur Reinigung des Kanalwassers im letzten Abschnitte dieses Bandes gewürdigt.

um einen dem Gärungsgewerbe entlehnten Ausdruck zu gebrauchen — eine Schönung, keine auch nur annähernd brauchbare Reinigung der städtischen Abwasser.

Zu den mechanischen Reinigungsmethoden wird auch die elektrische, wohl besser elektrolytische, gerechnet, über welche aber ein abschließendes Urteil zur Zeit noch ausgesetzt werden muß, weil es hierzu längerer Erfahrungen bedarf, als bisher vorliegen.

Viel Besseres leisten manche der in großer Zahl beschriebenen chemischen Methoden zur Abwasserreinigung.

Dieselben bieten aber vor allem den Nachteil, daß die Beseitigung, beziehentlich die Verwertung der massenhaften, bei der chemischen Reinigung auftretenden Niederschläge große, man kann getrost sagen, zur Zeit noch nicht überwundenen Schwierigkeiten mit sich bringt.

Eine gute Uebersicht über die Resultate der nach den verschiedensten Methoden versuchten Abwasserreinigung gewährt die nachfolgende Tabelle*), welche dem ersten Berichte der englischen Untersuchungskommission [2] entlehnt ist, obgleich dieselbe,

	Von den gelösten organischen Substanzen wurden entfernt resp. im Boden zurückgehalten (in Proz.)		Von den suspendierten org. Stoffen wurden entfernt
	org. Kohlenstoff	org. Stickstoff	
A. Chemische Reinigung.			
Günstigstes Resultat	50,1	65,8	100
Ungünstigstes Resultat	3,4	0	59,6
Durchschnittliches Resultat	28,4	36,6	89,6
B. Berieselung auf Erde und Sand ohne Pflanzenvegetation.			
a) Aufsteigende Filtration durch Sand oder Erde ohne Pflanzenwuchs			
Günstigstes Resultat	50,7	65,5	100
Ungünstigstes Resultat	0,6	12,4	100
Durchschnittliches Resultat	26,3	43,7	100
b) Absteigende intermitt. Filtration durch Sand oder Erde ohne Pflanzenwuchs			
Günstigstes Resultat	88,5	97,5	100
Ungünstigstes Resultat	32,8	43,7	100
Durchschnittliches Resultat	72,8	87,6	100
C. Berieselung von Feldern, auf denen eine lebhafte Pflanzenvegetation stattfindet.			
Günstigstes Resultat	91,8	97,4	100
Ungünstigstes Resultat	42,7	44,1	84,9
Durchschnittliches Resultat	68,6	81,7	97,7

*) Die in der Tabelle unter C erwähnte aufsteigende Filtration wird, wegen der technischen Schwierigkeiten, welche sie bietet, nur selten angewandt.

streng genommen, nur für die im Jahre 1869 bekannten Reinigungsmethoden giltig ist. Doch scheinen die neuen, seither entdeckten Methoden das Resultat kaum zu ändern [5], das Resultat: die Reinigung der städtischen Abwässer durch Rieselfelder, auf denen eine lebhafte Pflanzenvegetation stattfindet, ist die beste bekannte Methode der Abwasserreinigung*).

1) Fodor, *Hygiene des Bodens, dieses Hdbch.* 1. *Bd.* 117 *ff. und* 186 *ff.*
2) *First Report of the Commissioners appointed in* 1868, *to inquire into the best means of preventing the pollution of rivers, London* 1870.
3) *Vergl.* Blasius *in diesem Hdbch.* 1. *Bd.* 5.
4) *Herrn Ingenieur* Roechling *in Leicester verdanke ich die folgende Tabelle* (*S.* 330).
5) *Vergl. auch* Percy Frankland, *Some recent results obtained in the practical treatment of sewage, Transact. of the Sanitary Institut Vol. X* (1889).

*) Die mehrfach mit Erfolg versuchte Reinigung gewerblicher Abwasser, z. B. von Zucker-, Stärke-, Wollfabriken, durch Rieselfelder wird nicht im folgenden Abschnitte, sondern bei der Lehre von der Flußverunreinigung und in der speciellen Gewerbehygiene (Bd. 8 dieses Handb.) besprochen werden.

Die hauptsächlichsten Rieselfelder in England nach Roechling.
(Mai 1895.) (Private Mitteilung.)

Nummer	Name der Stadt	Bevölkerung (Volkszählung 1891)	Rieselfelder	
			acres	Hektar
1	Aldershot	25 595	8	3,24
2	Banbury	12 767	136	55,04
3	Bedford	28 023	183	74,05
4	Birmingham	429 171	1227	496,58
5	Blackburn	120 064	689	278,82
6	Burton-upon-Trent	46 047	572	231,47
7	Cheltenham	42 914	560	226,62
8	Crewe	28 761	268	108,45
9	Croydon	102 697	630	254,94
10	Darlington	38 000	320	129,49
11	Doncaster	25 936	264	106,83
12	Edinborough	270 000	333	134,76
13	Enfield	27 000	105	42,49
14	Grantham	16 746	230	93,07
15	Harrowgate	15 000	310	125,45
16	Kidderminster	24 803	172	69,60
17	Leamington	27 000	375	151,75
18	Leicester	180 000	1700	687,94
19	Lincoln	42 000	66	26,71
20	Northampton	61 016	327	132,33
21	Norwich	100 964	500	202,34
22	Nottingham	211 984	1000	404,67
23	Oxford	45 741	370	149,73
24	Peterborough	25 172	300	121,40
25	Reading	60 054	845	341,95
26	Reigate and Redhill	25 000	130	52,61
27	Rugby	11 262	80	32,37
28	Stourbridge	18 000	130	52,61
29	Stretford/Manchester	21 000	40	16,19
30	Tunbridge Wells	27 895	285	115,33
31	Walsall	70 365	146	59,09
32	Walthamstow	45 000	160	64,75
33	Walton-on-the-Hill	40 000	179	72,44
34	Warwick	11 905	134	54,23
35	West Bromwich	60 000	230	93,07
36	West Derby	38 291	207	83,77
37	Wigan	55 013	272	110,07
38	Wimbledon	25 758	74	29,95
39	Willenhall	18 000	33	13,35
40	Withington in Manchester	25 000	70	28,33
41	Wolverhampton	82 620	330	133,54
42	Wrexham	12 552	84	33,99
	Summa	2 625 116	14 074	5695,36

ERSTER ABSCHNITT.

(Verfasser: Georg H. Gerson.)

Der landwirtschaftliche Wert des städtischen Kanalwassers.

Wie bereits in dem vorstehenden Abschnitte (s. Vogel dieser Bd. S. 310) begründet wurde, ermittelt man den Wert eines zusammengesetzten Düngmittels durch den Marktwert derjenigen elementaren Düngstoffe, an welchen unsere Felder Mangel zu leiden pflegen. Es sind dies, wie erwähnt, das Kali, die Phosphorsäure und der Stickstoff. Die übrigen pflanzennährenden Elemente, durch deren Fehlen die Vegetation beeinträchtigt werden kann, wie Kalk, Magnesia, Schwefel u. s. w., werden bei der Berechnung der Dungwerte außer Acht gelassen, teils weil ein Mangel an diesen Elementen selten vorhanden ist, teils weil dieselben mit geringen Kosten zu ersetzen sind.

Deutschland besitzt in den Staßfurter Lagern einen fast unerschöpflichen Schatz an Kali, welcher bisher in keinem Staat der Erde in solcher Ausdehnung wiedergefunden wird. Durch Benutzung der Kalisalze in ihren verschiedenen Formen ist daher dem Kalimangel eines Bodens wenigstens in den mittleren preußischen Provinzen und deutschen Staaten auf billige Weise abzuhelfen. Für die von Staßfurt entfernten Gegenden, wie Württemberg, Baden, Bayern, Ostpreußen, spielt allerdings die Fracht eine erhebliche Rolle [7].

Der Preis der Phosphorsäure ist seit 20 Jahren in Deutschland um mehr als die Hälfte gesunken, weil die deutsche Eisenfabrikation durch die von Gilchrist Thomas erfundene Entphosphorung des Eisens ein größeres Quantum von Phosphorsäure in der Thomasschlacke jährlich liefert, als der ganze Phosphorsäurebedarf der deutschen Landwirtschaft beträgt [8].

Aus diesen Gründen können Kali und Phosphorsäure in den für die Ernten erforderlichen Quantitäten jetzt so billig gegeben werden, daß man bei vielen Berieselungsanlagen, wo es sich darum handelt, den Kali- und Phosphorsäuregehalt des Rieselwassers auf dem Felde zu verwerten, wohl überlegen muß, ob die jährlichen Zinsen der kostspieligen Terrain-Aptierung nicht bereits mehr betragen als die Kosten des jährlichen Zukaufs von Kali und Phosphorsäure. Denn während man das Pfund leicht löslicher Phosphorsäure vor 20 Jahren an den Stationen Mitteldeutschlands mit

0,40 M., das Pfund schwer löslicher in gemahlenen Phosphoriten mit 0,20 M. bezahlte, stellen sich die Preise der genannten Stoffe gegenwärtig auf ungefähr ebenso viel pro Kilo.

Das dritte, und zwar am schwersten zu schätzende Düngmittel ist der Stickstoff. Man sollte ihn für das billigste Düngmittel halten, weil er aus der Luft bezogen werden kann; dennoch ist er das kostbarste Düngmittel, wenn er dem Landmann in einer handlichen, leicht verwendbaren Form, wie z. B. als schwefelsaures Ammoniak, oder als salpetersaures Natron aus Chili oder als Peru-Guano oder als trockene Fäkal-Poudrette geboten wird. Man zahlte für das Pfund Stickstoff in diesen Düngmitteln vor 20 Jahren 0,75—1 M. und zahlt jetzt zwei Drittel bis die Hälfte dieses Preises trotz vermehrten Konsums von Chilisalpeter, dessen verstärkte Einfuhr den Preis niedrig hält. Inzwischen haben die viele Jahre lang durchführten Versuche von Schultz-Lupitz[9] und die Experimente Hellriegel's[10] endlich mit Sicherheit erwiesen, daß die Pflanzen, namentlich die Leguminosen, Stickstoff aus der Luft aufzunehmen und zu assimilieren vermögen.

Diese Befähigung der Pflanzen, Stickstoff aus der Luft zu entnehmen, ferner die wandelbare Form des Stickstoffs in der Spüljauche machen es sehr schwer, den Wert derselben überhaupt zu schätzen. Wir können keineswegs sagen, daß das Pfund Stickstoff in der Spüljauche irgend einen bestimmten Wert hat, also nicht etwa die Hälfte oder ein Drittel des Wertes des Stickstoffs im Chili-Salpeter, dem sie dennoch in ihrer schnellen Wirkung, die wieder Folge der schnellen Assimilierbarkeit ihres Ammoniak- und Salpeter-Stickstoffs ist, nahe kommt. Wir können ferner keine genaue Berechnung anstellen, wie viel Stickstoff eine Ernte dem mit Spüljauche sowohl wie mit anderen Düngmitteln abgedüngten Boden entzogen hat; denn wir wissen nicht genau, wie viel Stickstoff in dieser Ernte der atmosphärischen Luft entstammte.

Diese kurzen Andeutungen über den heutigen Stand der Forschung auf dem Gebiete der Pflanzenernährung werden dem nicht wissenschaftlich gebildeten Landwirt oder dem Verwaltungsbeamten oder dem Arzte den Beweis liefern, daß ein bestimmter Wert der Spüljauche pro cbm, welchen die städtischen Verwaltungen den Abnehmern von Spüljauche gern berechnen möchten, kaum gefunden werden kann. Der Stickstoff in der Spüljauche hat für den Landmann unter Umständen ebenso wenig Wert wie der Stickstoff in den Fäkalmassen der Senkgruben.

Den Beweis für die schwierige Verwertung des letzteren liefert die ungeheure Vergeudung dieses Düngmittels auf den Dörfern und Gütern, also auf dem Lande selbst, wo gar keine Transportkosten in Betracht kommen.

Für die Verwertung der Spüljauche, sei es nun durch eigene Regie der Städte oder durch Verpachtung von Rieselfeldern oder durch Abgabe von Spüljauche an Landwirte und Gärtner, kommt sehr stark in Betracht, ob der Abnehmer die Spüljauche fortwährend aufnehmen muß, oder ob er nur verpflichtet ist, dieses flüssige Düngmittel gemäß seinem Bedarf anzuwenden.

Sowohl Kommunen als auch Privatabnehmer, welche neben der Reinigung der Spüljauche eine Verwertung derselben und eine Verzinsung ihrer Anlagen beabsichtigen, werden, wenn deren Aufgabe die fortwährende Aufnahme der Spüljauche ist, einen Teil ihres Terrains derart

aptieren müssen, daß es, entweder wenn große Regenmassen in der Stadt niedergehen und auf die Rieselfelder gelangen, oder wenn die Feldfrüchte eine zu starke Berieselung verbieten, als Sicherheitsventil fungiert und derart reinigt, daß das Drainwasser ohne hygienische Bedenken in den Fluß abgelassen werden kann. Anders liegt die Aufgabe, wenn die städtische Kanalisation die Meteorwässer nicht den Rieselfeldern zuführt, weil dann bedeutend geringere Flüssigkeitsmengen unterzubringen sind, zu deren Reinigung ein viel geringeres Areal an Rieselland genügt.

Aus dem vorstehenden erhellt, daß der Gehalt der städtischen Spüljauche an Stickstoff, Kali und Phosphorsäure nicht allein für ihren landwirtschaftlichen Wert maßgebend ist. Dieser Wert wird gewöhnlich überschätzt und hängt von allerlei lokalen Umständen, z. B. den Absatzverhältnissen für Gras und Futterrüben, den Arbeitslöhnen und den benutzten Rieselsystemen ab.

Städtische Verwaltungen werden am besten thun, die Spüljauche aus den Abzweigungen ihrer Druckrohrleitungen billig abzugeben, um den Absatz dieses Dungmittels zu vergrößern, und die eigenen Rieselfelder vor Ueberladung mit organischen Substanzen zu bewahren. Gegen diesen Vorteil muß selbst die Erwägung zurückstehen, daß in trockenen Sommern ein Mangel an Spüljauche zum Anfeuchten der städtischen Gras- und Furchenbewässerungsanlagen infolge starken Verbrauchs von Spüljauche durch die Pächter eintreten kann.

Finden sich Landleute, welche diese Flüssigkeit kontinuierlich abnehmen, etwa in der Weise, daß für das zu bewässernde Areal der Querschnitt des Zuflußrohres festgestellt wird, oder daß der städtische Beamte einen Absperrschieber des Zuflußrohres bis zu vereinbartem Querschnitt öffnet, so sollte die Spüljauche kostenfrei geliefert werden.

In dem Kapitel von der Rentabilität der Rieselfelder (S. 356) wird noch nachgewiesen werden, daß größere Anlagen in städtischer Verwaltung es fast niemals über den Zinsertrag gebracht haben, welchen die städtischen Obligationen dem Inhaber liefern. Die Rieselfelder sind also keine Einnahmequelle für die Stadt, sondern ein aus hygienischen Rücksichten gebotenes finanzielles Uebel. Die Spüljauche selbst hat für die städtische Verwaltung keinen Wert. Jede kontinuierliche Abnahme desselben bietet daher eine willkommene Entlastung für das städtische Rieselfeld.

Litteratur siehe Seite 359 ff.

ZWEITER ABSCHNITT.

(Verfasser: Georg H. Gerson.)

Die Reinigung der Spüljauche durch Bodenfiltration.

a) Auf kleiner Fläche.

Die Spüljauche enthält außer den Exkrementen der Einwohner und Haustiere die Küchen- und Fabrikwässer und den anorganischen Detritus des Straßenpflasters (Analysen von Spüljauchen siehe S. 338).

Die nach den bisherigen Erfahrungen erreichbaren Ziele einer Spüljauchenreinigung durch Niederwärtsfiltration, welche auf verhältnismäßig kleiner Fläche zu geschehen hat, wo also z. B. die Abflußwasser von 400 bis 500 Personen und weit darüber auf 100 ha gereinigt werden sollen, sind folgende:

1) Zurückhaltung aller suspendierten organischen Bestandteile,
2) Umwandlung alles organischen Kohlenstoffs in Kohlensäure,
3) Umwandlung alles organischen Stickstoffs in Salpetersäure,
4) Zurückhaltung der pathogenen Bakterien,
5) Verbrauch eines Teiles der Kohlensäure, der Salpetersäure und des in der Spüljauche vorhandenen Ammoniaks durch Pflanzen, deren Ernten dem Felde entführt werden.

Diese Ziele können erreicht werden

a) durch Benutzung eines nicht allzu porösen Bodens, dessen mittelfeines Korn sowohl eine große Flächenanziehung ausübt, als auch Luftzufuhr gestattet.

Es eignen sich hierfür am besten diejenigen Bodenarten, welche der Landmann als humosen Sand, lehmigen Sand, sandigen Lehm und humosen sandigen Lehm bezeichnet. Ungünstiger wirkt grobkörniger Sand, der aber nach längerer Benutzung wegen seiner Anreicherung mit Humus ein besseres Filter darstellt als im Anfang, wenn der Sand frei ist von organischer Beimengung. Ein ungünstiges Filtermaterial ist ferner strenger Thon, der bei Trockenheit Risse bekommt und in nassem Zustande der Ausströmung der Luft zu wenig Poren bietet.

b) Die Luftzuführung muß bis zur ganzen Tiefe des Filters nach Möglichkeit gefördert werden, sowohl durch intermittierende, also nicht fortwährende Filtration, als auch durch eine Röhrendrainage. Diese verfolgt aber nicht allein den Zweck der Wasser-

abführung, wie die gewöhnlichen ländlichen Drainagen, sondern auch den der stärksten Luft, also Sauerstoffzuführung. Zu diesem Zweck wird sowohl die lichte Weite der Röhren als auch die Entfernung der Röhrenstränge voneinander größer gewählt als bei Drainagen für ländliche Zwecke.

Wir möchten unsere Wünsche für eine derartige Anlage, die auf kleinster Fläche das Größte leisten soll, dem Arzt dadurch klar machen, daß wir den Erdboden mit einer Lunge, die Spüljauche mit venösem Blut, die großen Röhrenstränge, genannt Sammeldrains, mit den großen Bronchien und die schwächeren Drains mit den feinsten Bronchien (Bronchiolen) vergleichen. Ebenso wie der Sauerstoff der Luft das venöse Blut oxydiert und in arterielles verwandelt, so soll die Spüljauche derart oxydiert werden, daß ihr organischer Kohlenstoff und Stickstoff in sauerstoffreichere anorganische Formen umgesetzt wird und als Kohlensäure und Salpetersäure im Boden und im Drainwasser erscheint. Bei Erstrebung dieses Zieles werden wir unterstützt durch die Thätigkeit von luftbedürftigen (aëroben) Bakterien; wir müssen deshalb schon aus diesem Grunde suchen, unser Bodenfilter, besonders bei Temperaturen, in welchen Mikroorganismen thätig sein können, durch Sauerstoffzuführung zu beleben.

c) Die Zurückhaltung pathogener Bakterien wird bei der Filtration der Spüljauche durch ein der Trinkwasserfiltration analoges Verfahren am besten gefördert. Es hat sich herausgestellt, daß Trinkwasserfilter die pathogenen Bakterien am besten zurückhalten, wenn diese Filter nicht überarbeitet werden. Es hat sich ferner gezeigt, daß ein grobkörniges Sandfilter die Bakterien nicht zurückhält, ein feinkörniges ihnen in der ersten Zeit, wenn auch in ganz geringer Zahl, den Durchgang verstattet, denselben aber verwehrt, sobald sich durch Wucherung kleinster Tiere und Pflanzen die Poren des Filters verkleinert haben, wodurch sowohl eine größere mechanische Hinderung für den Durchgang der Bakterien als auch eine größere Flächenanziehung geschaffen wird.

Die Spüljauche kanalisierter Städte ist nun unendlich viel reicher an Bakterien und im Falle des Vorhandenseins von Seuchen in der kanalisierten Stadt wohl auch von pathogenen Bakterien als irgend ein Flußwasser, welches nach seiner Filtration mittels Sandes ein gutes Trinkwasser abgeben soll. Auf der anderen Seite wird kein Gesundheitsamt an das Drainwasser filtrierter Spüljauche in Bezug auf Freisein von Bakterien ähnliche Ansprüche stellen wie an ein Trinkwasser, wenn auch dieses Drainwasser in einen Fluß gelangt, und sogar vielleicht an einem stromaufwärts von einer Trinkwasserschöpfstelle gelegenen Punkte.

Was den Bakteriengehalt gewöhnlichen Ackerbodens betrifft, so pflegt der durch Pflug oder Spaten in gewöhnlicher Tiefe (0,40 m), also in seinen größeren Tiefen bisher nicht bewegte oder, wie der technische Ausdruck lautet, gewachsene Boden in $1^1/_3$—$1^1/_2$ m Tiefe bakterienfrei zu sein; derselbe ist allerdings einem sehr viel schwächeren Zugang von Bakterien ausgesetzt als ein Spüljauchenfilter. Wir erhalten indessen sowohl durch unsere an Sandfiltern gemachten Erfahrungen [5,6], als auch durch die bereits erwähnten Beobachtungen, wonach die tieferen Bodenschichten frei von Bakterien sind, Fingerzeige dafür, wie ein Spüljauchenfilter für Zurückhaltung von Bakterien am zweckmäßigsten hergestellt wird: das Korn des Bodens sei fein, sodaß keine Zwischenräume entstehen, es sei in den oberen Schichten nicht frei von organi-

schen Bildungen, also nicht steril. Aufs sorgfältigste ist zu verhüten, daß bei Anlage des Filters größere Hohlräume dadurch entstehen, daß die Draingräben beim Zuschütten nicht in ganzer Tiefe festgestampft werden. Es ist ferner ein strenger Thonboden zu vermeiden, der beim Trockenwerden Risse bekommt und damit Durchgang für Wasser bildet. Während man bei der gewöhnlichen Felddrainage auf die gelegten Drainröhren zuerst Mutterboden von der Ackerkrume und sodann den ausgehobenen Erdboden zu schütten und erst, wenn der ausgehobene Graben vollgefüllt ist, die oberste Schicht festzutreten und festzustampfen pflegt, genügt ein solches Verfahren keineswegs für Spüljauchenfilter, zumal bei diesem Verfahren sich leicht Rinnsale in den losen Erdschichten bilden, die die Spüljauche mangelhaft gereinigt zu den Drains gelangen lassen. Der Boden ist für die Zwecke der Spüljauchen-Reinigung vielmehr in dünnen Schichten festzustampfen und fest an die Seitenwände der Draingräben heranzudrücken.

Wir haben in dem Vorstehendem sowohl die erreichbaren Ziele als auch die zur Erreichung derselben erforderlichen Maßnahmen für Reinigung der Spüljauche auf verhältnismäßig kleiner Fläche geschildert und dürfen annehmen, daß ein von organischem Stickstoff und Kohlenstoff und überhaupt von organischen Bestandteilen ziemlich freies Drainwasser erreicht werden kann bei einer zweckmäßigen Anlage und Handhabung, welche die Abflußwasser von 4—500 Personen, also durchschnittlich 400—500 × 100 Liter, also 40—50 cbm täglich, eventuell verdünnt und vermehrt durch Meteorwasser, auf 100 ha reinigt.

b) Die Reinigung der Spüljauche durch Bodenfiltration auf großer Fläche.

Stehen sehr viel größere Flächen zur Verfügung, als soeben angegeben, vielleicht so große, daß fast von einer Verwertung der düngenden Bestandteile der Spüljauche im landwirtschaftlichen Sinne die Rede sein kann, so kommt ein anderes Moment für die Reinigung in Betracht, auf welches wir bei Reinigung auf kleiner Fläche kein allzu großes Gewicht gelegt haben, nämlich die Entnahme anorganischen Stickstoffs (Ammoniaks und Salpetersäure) und anorganischen Kohlenstoffes (Kohlensäure) durch Pflanzen, welche einen großen Stickstoffbedarf haben und deren Ernten dem Felde vollkommen entführt werden. Der größte Stickstoffbedarf spielt aber bei Aufbringung der Spüljauche von 4—500 Personen pro ha keine Rolle, wie vielfach seitens des Verfassers erörtert worden ist[4]. Die reichliche Stickstoffdüngung eines Feldes im landwirtschaftlichen Sinne wird bereits durch die Exkremente von 80 Personen pro ha vollendet. Wir werden also von den Drainwassern ähnlich schwach mit Spüljauche gedüngter Felder verlangen können, daß sie ebenso wie die Drainwässer gedüngten Ackers nicht allein frei von organischem Stickstoff, sondern überhaupt frei von Stickstoff seien, daß sich also kaum nachweisbare Spuren von salpetriger oder Salpetersäure oder Ammoniak in ihnen finden.

Für die Berliner Rieselfelder verlangt die staatlicherseits seiner Zeit eingesetzte Ueberwachungskommission eine Fläche von mindestens 1 ha für die Dejekte von 250 Köpfen. Bei einer solchen Fläche wird immer ein erhebliches Quantum von anorganischem, also unschädlichem

Stickstoff in dem Drainwasser vorhanden sein. Nach Grandke[81] waren im Jahre 1889 im Durchschnitt folgende Flächen für die Reinigung der Spüljauche benützt:

In Osdorf	1	ha	für	die	Dejekte	von	446	Menschen
„ Großbeeren	1	„	„	„	„	„	538	„
„ Falkenberg	1	„	„	„	„	„	334	„
„ Malchow	1	„	„	„	„	„	242	„

Wir werden die erreichbaren Ziele einer Reinigung der Spüljauche auf großer Fläche, etwa von 80—100 Einwohnern pro ha, folgendermaßen fassen dürfen:

1) Freisein des Abflußwassers von Stickstoff überhaupt, also nicht allein von organischem Stickstoff,
2) Freisein desselben von pathogenen Bakterien,
3) Freisein von organischem Kohlenstoff,
4) Zurückhaltung aller suspendierten organischen Bestandteile.

Bei dieser Reinigung der Spüljauche auf einer ihrem Stickstoffgehalt angemessenen Fläche spielt die Entnahme der Pflanzen an Stickstoff natürlicherweise eine bedeutende Rolle, weil dieselbe oft ebenso viele Kilo wiegt wie der aufgerieselte Stickstoff, zu welchem allerdings ein schwer festzustellendes Quantum von atmosphärischem Stickstoff hinzutreten mag.

Häufig werden diese Felder bei trockenem Boden überhaupt kein Abflußwasser, sei es durch Drains oder offene Gräben, liefern, wenn nicht Regengüsse das Wasserquantum sowohl auf dem eigenen Areal als auch auf dem Areal der Stadt vermehren.

Wo kein Abflußwasser sichtbar ist, werden sich die erwähnten Anforderungen auf das Grundwasser beziehen müssen. In Bezug auf Verhütung einer Verunreinigung des Grundwassers, welches in sandigem oder kiesigem Boden weite Wege zurücklegt und Brunnen beeinflussen kann, ist sowohl bei Reinigung auf großer als auch auf kleiner Fläche bei der Nähe von Brunnen eine undurchlässige Schicht erwünscht, die das Grundwasser im Niveau der Drainröhren hält und mit dem Drainwasser abführt.

Die Erfolge oder die Leistungen der verschiedenen Berieselungsanlagen in Bezug auf Reinigung der Spüljauche werden vornehmlich durch die chemische und bakteriologische Untersuchung festgestellt.

Wir geben deshalb im folgenden einen Teil derjenigen Analysen wieder, welche die Deputation für die Verwaltung der Kanalisationswerke Berlins in ihren Berichten vom Jahre 1889 bis 1892 veröffentlicht hat, und verweisen den Leser für das Studium weiterer Analysen gereinigten und ungereinigten Kanalwassers auf die im Litteraturverzeichnis unter [80] genannten Berichte:

(Siehe Tabelle 1—7 S. 338, 339, 340, 341.)

Tabelle 1.

Osdorf.

1. April 1885 bis 31. März 1886.

100 000 Teile enthalten:	Spüljauche filtriert		Drainwasser von Bassins		
	No. 154 Schieber 45 30. 6. 1885	No. 178 Schieber 24 1. 1. 1886	No. 171 Bassin XII 14. 11. 1885	No. 177 Bassin XV 1. 1. 1886	No. 181 Bassin IV 14. 2. 1886
Trockenrückstand	61,68	93.52	57,92	59,60	108,96
Glühverlust desselben	16,80	32,08	8,32	10,32	27,2
Glührückstand	44,88	61,44	49,60	49,28	81,76
Uebermangansaures Kali erfordert	22,28	27,81	3,89	6,92	17,07
Ammoniak	} 8,76	13.2	0,2	1,10 } 1,19	1,40 } 1,48
Organ. gebund. Ammoniak			0,08	0,09	0,08
Salpetrige Säure (N_2O_3)	—	—	0,29	Spur	1,27
Salpetersäure (N_2O_5)	Spur	—	2,88	Spur?	—
Schwefelsäure (SO_3)	5.27	7,06	—	—	—
Phosphorsäure (P_2O_5)	1,65	2,70	Spur	sehr gering	ziemlich viel
Chlor (Cl)	10,77	19,05	13,29	12,93	20,75
Kali (K_2O)	3,60	6,44	—	—	—
Natron (Na_2O)	10,16	18,59	—	—	—

Tabelle 2.

100 000 Teile enthalten:	Drainwasser von Beetanlagen in Osdorf							
	No. 143 Beet 19a und b 9. 4. 1885	No. 147 Beet 116 1. 5. 1885	No. 150 Beet 129 1. 6. 1885	No. 152 Beet 159 30. 6. 1885	No. 160 Beet 98 31. 7. 1885	No. 163 Beet 154 31. 8. 1885	No. 165 Beet 95 30. 9. 1885	No. 176 Beet 9 b und c 1. 1. 1886
Trockenrückstand	91,76	82,24	79,28	91,76	64,40	72,56	73,76	83,36
Glühverlust desselben	10,72	17,12	11,04	12,64	7,84	13,44	11,92	8,48
Glührückstand	81,04	65,12	68,24	79,12	56,56	59,12	61,84	74,88
Uebermangansaures Kali erfordert	3,08	1,42	1,74	3,74	2,36	4,01	3,41	2,18
Ammoniak	0,16 } 0,23	0,24 } 0,28	0,22 } 0,25	0,16 } 0,19	0,03 } 0,6	0,09 } 0,13	0,07 } 0,11	0,08 } 0,11
Org. gebund. Ammoniak	0,7	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03
Salpetrige Säure (N_2O_3)	0,38	0,86	0,44	0,28	0,27	0,57	0	Spur
Salpetersäure (N_2O_5)	20,91	19,42	12,17	22,84	7,29	10,57	11,48	13.51
Schwefelsäure (SO_3)	8,24	—	—	7,28	—	—	7,90	—
Phosphorsäure (P_2O_5)	Spur	Spur	Spur	starke Spur	Spur	Spur	Spur	Spur
Chlor (Cl)	13,17	10,92	12,14	12,20	12,07	13,47	13,35	13,90
Kali (K_2O)	2,43	—	—	4,07	—	—	2,17	—
Natron (Na_2O)	13,38	—	—	13,66	—	—	12,72	—

Tabelle 3.

100 000 Teile enthalten:	Drainwasser von Wiesenanlagen in Osdorf							
	No. 142 Wiese No. 12 u. 13 9. 4. 1885	No. 146 Wiese 110 1. 5. 1885	No. 149 Wiese 145 1. 6. 1885	No. 153 Wiese 118 30. 6. 1885	No. 159 Wiese 1 31. 7. 1885	No. 162 Wiese 128 31. 8. 1885	No. 166 Wiese 6a 30. 9. 1885	No. 170 Wiese 146 14. 11. 1885
Trockenrückstand	68,64	72,32	72,72	86,72	84,32	79,52	84,72	75,28
Glühverlust desselben	6,56	10,88	10,40	8,72	10,08	8,24	8,08	11,76
Glührückstand	62,08	61,44	62,32	78,00	74,24	71,28	76,64	63,52
Uebermangansaures Kali erfordert	1,26	1,71	1,72	2,11	2,78	2,75	0,95	3,70
Ammoniak	0,05 } 0,09	0,04 } 0,07	0,08 } 0,11	0,02	0,03 } 0,07	0,07 } 0,10	0,01	0,10 } 0,17
Org. gebund. Ammoniak	0,04	0,03	0,03	Spur	0,04	0,03	Spur	0,07
Salpetrige Säure (N_2O_3)	0,21	—	0,46	—	Spur?	0,39	—	0,23
Salpetersäure (N_2O_5)	12,20	15,09	8,27	15,16	11,03	10,46	11,57	10,73
Schwefelsäure (SO_3)	7,42	—	—	8,68	—	—	9,02	—
Phosphorsäure (P_2O_5)	Spur	Spur	Spur	Spur	starke Spur	Spur	Spur	Spur
Chlor (Cl)	11,04	11,11	14,69	12,80	13,04	13,05	13,78	13,71
Kali (K_2O)	2,14	—	—	1,69	—	—	1,58	—
Natron (Na_2O)	11,29	—	—	12,73	—	—	13,80	—

Tabelle 4.

Osdorf und Großbeeren.

1. April 1888 bis 31. März 1889.

100 000 Teile enthalten:	No. 329 Spüljauche filtriert aus Schieber 18 in Osdorf 14. 6. 88	No. 361 Spüljauche filtriert aus Schieber 12 in Großbeeren 18. 12. 88	No. 364 Spüljauche filtriert aus Schieber 18 in Osdorf 14. 1. 89	No. 331 Drainwasser Wiese 43 in Großbeeren 2. 7. 88	No. 332 Drainwasser Wiese 1 in Osdorf 2. 7. 88	No. 346 Drainwasser Wiese 185 in Osdorf 31. 10. 88	No. 359 Drainwasser Beetanlage 268 in Osdorf 17. 12. 88	No. 375 Drainwasser Bassin XVI in Osdorf 14. 3. 89.
Trockenrückstand	124,56	95,92	105,76	80,08	135,42	125,76	73,20	118,72
Glühverlust desselben	21,88	20,96	30,40	14,88	18,72	14,40	8,08	14,40
Glührückstand	102,68	74,96	75,36	65,20	117,00	111,36	65,12	104,32
Uebermangansaures Kali erfordert	27,78	34,29	33,18	4,74	3,13	3,29	0,38	10,23
Ammoniak	} 7,78	} 10,90	} 19,58	0,12 } 0,18	0,03 } 0,03	0,56 } 0,66	0,02 } 0,02	1,44 } 1,60
Org. gebund. Ammoniak				0,06	Spur	0,10	Spur	0,16
Salpetrige Säure	—	—	—	0,98	0,38	1,71	6,95	—
Salpetersäure	—	—	—	10,01	17,83	20,39	—	—
Schwefelsäure	10,05	7,06	8,60	4,72	—	—	—	—
Phosphatsäure	2,216	2,54	4,304	0,176	starke Spur	0,24	0,11	Spur
Chlor	39,14	21,00	23,01	21,9	27,49	25,97	11,89	29,25
Kali	5,40	6,87	6,12	3,12	—	—	—	—
Natron	34,88	21,43	20,80	18,40	—	—	—	—
Keime in 1 ccm	—	—	—	—	—	56 000	240	29 440

Tabelle 5.

1. April 1884 bis 31. März 1885.

100 000 Teile enthalten:	Drainwasser von Beetanlagen					
	158 1. 4. 1884 No. 73	100 1. 5. 1884 No. 74	22a 16. 7. 1884 No. 75	166 1. 9. 1884 No. 76	186 15. 10. 1884 No. 77	184 16. 1. 1885 No. 78
Trockenrückstand	79,52	85,04	129,04	84,88	62,40	66,56
Glühverlust desselben	9,28	9,28	20,24	12,40	8,48	8,32
Glührückstand	70,24	75,76	108,80	72,48	53,92	58,24
Uebermangansaures Kali erfordert	1,67	1,99	3,86	3,41	6,82	3,01
Ammoniak	0,08 } 0,15	0,03 } 0,08	0,28 } 0,36	0,06 } 0,10	0,90 } 1,02	0,10 } 0,16
Org. gebund. Ammoniak	0,07	0,05	0,08	0,04	0,12	0,06
Salpetrige Säure (N_2O_3)	0,59	—	0,46	—	—	0,58
Salpetersäure (N_2O_5)	13,86	12,98	22,24	9,48	Spur	8,73
Schwefelsäure (SO_3)	10,54	—	12,08	—	8,05	7,42
Phosphorsäure (P_2O_5)	Spur	Spur	sehr geringe Menge	Spur	mehr als Spur	Spur
Chlor (Cl)	12,98	13,08	14,08	14,69	12,20	12,77
Kali (K_2O)	2,12	—	5,57	—	3,40	3,02
Natron (Na_2O)	13,76	—	17,93	—	18,01	12,28

Tabelle 6.

1. April 1890 bis 31. März 1891.

100 000 Teile enthalten:	Spüljauchen			Grabenwasser		Drainwasser v. Bassins	
	No. 70 Großbeeren 15. 7. 90	No. 93 aus Schieber 15 in Osdorf 1. 12. 90	No. 95 aus Schieber 11 in Großbeeren 1. 12. 90	No. 68 Lilowgraben in Osdorf 8. 7. 90	No. 82 Hauptent- wässerungsgraben in Großbeeren 15. 9. 90	No. 61 Bassin XII in Osdorf 2. 6. 90	No. 107 Bassin XII in Osdorf 2. 2. 91
Trockenrückstand	93,44	164,88	133,68	117,92	88,24	109,76	86,28
Glühverlust desselben	22,00	43,76	39,52	16,72	9,76	27,68	12,08
Glührückstand	71,44	121,12	94,16	101,20	78,48	82,08	74,20
Uebermangansaures Kali erfordert	30,65	61,90	53,09	3,70	2,69	16,48	7,51
Ammoniak	} 8,81	} 23,61	} 17,39	0,64 } 0,72	0,24 } 0,28	1,76 } 1,84	1,76 } 1,90
Org. gebund. Ammoniak				0,08	0,4	0,08	0,14
Salpetrige Säure	—	—	—	0,67	0,34	—	0,74
Salpetersäure	—	—	—	9,38	7,95	Spur	0,41
Schwefelsäure	2,417	8,71	5,01	10,41	—	—	7,80
Phosphorsäure	3,224	3,964	3,248	0,275	0,208	—	0,26
Chlor	24,52	50,67	37,02	27,73	18,02	29,74	26,15
Kali	4,46	9,94	6,24	2,87	—	—	3,86
Natron	21,27	43,65	28,25	24,13	—	—	22,35
Keime in 1 ccm	—	—	—	17 600	22 400	23	120 000

Tabelle 7.

1. April 1890 bis 31. März 1891.

100 000 Teile enthalten:	Drainwasser von Beetanlagen					
	No. 59 Beet 3 in Osdorf 1. 5. 90	No. 60 Beet 161 in Grofsbeeren 2. 6. 90*	No. 79 Beet 3 in Osdorf 10. 9. 90	No. 80 Beet 284 in Osdorf 10. 9. 90	No. 87 Beet 198 in Osdorf 15. 11. 91	No. 94 Beet 2 in Osdorf 1. 2. 91
Trockenrückstand	126,24	120,24	115,68	111,44	220,40	88,48
Glühverlust desselben	21,22	25,86	14,00	15,52	37,60	9,68
Glührückstand	105,12	84,88	101,68	95,92	182,80	78,80
Uebermangans. Kali erfordert	2,56	5,88	4,04	3,00	6,10	9,42
Ammoniak	1,28 } 1,37	1,28 } 1,37	0,96 } 1,04	0,32 } 0,38	0,03 } 0,14	1,28 } 1,36
Organ. gebund. Ammoniak	0,9	0,09	0,08	0,06	0,11	0,08
Salpetrige Säure	2,28	1,62	0,98	0,70	0,97	—
Salpetersäure	14,88	5,82	10,81	6,99	57,20	—
Schwefelsäure	—	6,70	—	—	—	—
Phosphorsäure	0,192	0,216	0,16	0,225	0,40	0,34
Chlor	28,16	22,88	30,88	24,57	44,18	24,08
Kali	—	4,48	—	—	—	—
Natron	—	23,70	—	—	—	—
Keime in 1 ccm	198 000	12 800	58 080	68 400	146 080	696 000

Die vorstehenden Tabellen zeigen, daß die Beetanlagen (Tabelle 2, 4, 5, 7) in Bezug auf Oxydation der organischen Substanz in der Spüljauche meistens nicht allzuviel leisten, denn das Drainwasser derselben enthält $^1/_6$ bis $^1/_7$ von der organischen Substanzmenge der Spüljauche. Durchaus unbefriedigend sind die Leistungen der Einstaubassins (Tabelle 1, 4, 6), gegen deren rohe Anlage und nicht intermittierenden Betrieb sich Verfasser mehrfach ausgesprochen hat. Dieselben sind nichts weiter, als Teiche von Spüljauche mit drainierter Sohle. Das Drainwasser derselben enthält nach den meisten Analysen der Jahresberichte von 1885 bis 1892 ein Drittel und zuweilen sogar die Hälfte der organischen Substanz der Spüljauche! Dagegen findet durch die Wiesenanlagen (Tabelle 3, 4) eine fast vollkommene Mineralisierung aller organischen Stoffe der Spüljauche statt.

Litteratur siehe S. 359 ff.

DRITTER ABSCHNITT.

(Verfasser: Georg H. Gerson.)

Technik der Rieselfeldanlagen.

Die den Rieselfeldern zuzuführenden Flüssigkeitsmengen in kanalisierten Städten wechseln mit den Tageszeiten, wie dies früher von Büsing S. 145 dieses Bandes auseinandergesetzt wurde. Sie sind aber in besonders hohem Maße abhängig von den atmosphärischen Niederschlägen, wenn nicht, wie dies in wenigen europäischen, namentlich aber in englisch-indischen Städten der Fall ist, die Meteorwässer dem nächsten Flußlauf zugeführt werden und nur die Hauswässer auf Rieselfelder gelangen.

Während schon die oben geschilderten Verhältnisse auf die Technik der Berieselung von wesentlichem Einflusse sind, ist diese weiter abhängig von dem Zwecke, welchen die Rieselanlage zu erfüllen hat.

Wir haben zu unterscheiden, ob es sich um Anlagen mit dauernder Terrainaptierung oder um Anlagen mit vorübergehender oder ohne Terrainaptierung handelt. Ferner müssen unterschieden werden: Anlagen, welche auf kleiner Fläche große Spüljauchenmassen reinigen sollen, wobei eine Rentabilität durch landwirtschaftliche Nutzung wenig in Frage kommt, oder Anlagen, welche neben der Unterbringung und Reinigung der Spüljauche auch noch Verzinsung der Anlage bezwecken. Drittens sind noch Anlagen zu behandeln, die lediglich eine Verwertung und landwirtschaftliche Nutzung der Spüljauche ins Auge fassen. Diese letzteren werden von Privatleuten ausgeführt, welche Spüljauche nach Bedarf aus den angrenzenden städtischen Druckrohrleitungen entnehmen dürfen, also unabhängig davon sind, ob die Stadt vielleicht infolge von Regengüssen oder Schneeschmelzen große oder kleine Spüljauchenmengen auf den Rieselfeldern zu reinigen hat.

a) Die Drainage der Rieselfelder.

Bei der Lüftung und Entwässerung der Rieselfelder spielt die Drainage eine bedeutende Rolle. Die gewöhnliche Entwässerung nasser Ländereien fand früher durch offene Gräben statt, welche indessen, wenn eine vollkommene Trockenlegung erfolgen soll, auf vielen Arealen so dicht aneinander gelegt werden müssen, daß die Ackerarbeit dadurch gehindert wird. Aus diesen und anderen Gründen, die wir übergehen, weil ihr Verständnis eine fachwissenschaftliche Vorbildung

voraussetzt, wendet man eine unterirdische Entwässerung an, wie sie schon in alten Zeiten mittels Einlegens von Ziegelbrocken, Feldsteinen und Strauchwerken in Gräben, die später zugeschüttet wurden, in allerdings wenig vollkommener Weise angewandt wurde. Eine gründliche Entwässerung nasser Felder wurde in großer Ausdehnung erst seit Erfindung der Fabrikation von Drainröhren auf sogenannten Röhrenpressen möglich. Mit Hilfe der Drainröhren ist diese Melioration derart vervollkommnet worden, daß wir ihre Technik als ziemlich abgeschlossen betrachten können. Sie gewährt dem Landmann häufig die Erstattung der ganzen Meliorationskosten in 2—3 Ernten. Man verwendet scharf gebrannte Thonröhren von 0,03—0,20 m lichter Weite und von 0,33—0,50 m Länge. Die Weite der Röhren sowohl wie die Entfernung und Tieflegung der Röhrenstränge richtet sich nach dem Wassergehalt der Wasser führenden Schichten, nach dem Thongehalt des Bodens, der Regenhöhe der betreffenden Gegend, dem Gefälle des Feldes u. s. w. Für unsere besonderen Zwecke kommen noch zwei Momente hinzu, welche uns, je nachdem viel oder wenig Spüljauche auf einer gewissen Fläche gereinigt werden soll, dahin führen, die lichte Weite der Röhren größer und die Entfernung der Röhrenstränge von einander kleiner zu wählen als bei gewöhnlichen Drainagen, nämlich die Abführung einer größeren Wassermasse und die Zuführung einer größeren Luftmenge zu den Bodenschichten.

Der Hergang beim Drainieren eines Feldes ist der folgende: Zuvörderst wird nach Aufnahme eines sogenannten Netznivellements der Drainageplan entworfen, aus welchem die Tiefenlage der Saug- und Sammeldrains und ihr Gefälle zu ersehen ist. Der Techniker bestimmt ferner nach Abwägung aller Umstände die Weite der Röhren und die Entfernung derselben voneinander. Es wird sodann mit dem Ausheben der Gräben für das Hineinlegen der Röhrenstränge mit besonders hierzu geformten Spaten, welche ein langes und schmales Blatt haben, geschritten. Um so wenig Erde als möglich zu bewegen, werden diese Gräben nur so breit gemacht, daß der Arbeiter darin zur Not stehen kann. Nach Fertigstellung einer Anzahl von Gräben wird die Sohle abnivelliert und dem Nivellement entsprechend durch ein besonders geformtes Instrument, Schwanenhals genannt, Erdboden aus demselben ausgehoben, wobei der Arbeiter außen neben dem Graben stehen bleibt, was ihm der Stiel des Instrumentes gestattet. Nach vollkommenem Nivellieren und Glätten der Sohle wird mit dem Legen der Röhren, und zwar vom oberen Ende der Gräben an nach unten angefangen. Für diese Arbeit wird der sogenannte Legehaken, ein fußlanges Stück Rundeisen, in rechtem Winkel an 2 m langem Stiel angesetzt, benutzt, ein Instrument, das ebenfalls die Arbeitsausführung von einem Standpunkt außerhalb des Grabens gestattet. Man legt die Drainröhren von den obersten Punkten der Saugedrains anfangend nach unten hin, also Gefälle abwärts, damit das in den Gräben befindliche, mit Erdteilchen beladene Wasser in den Röhren abfließt und nicht von oben in die neu zu legenden Röhren einfließt. Die Saugedrains von kleinerem Durchmesser werden gewöhnlich mit dem stärksten Gefälle des Terrains gelegt und münden in einen stumpfen Winkel in Sammeldrains von größerer lichter Weite, die schließlich in offenen Kanälen oder in einem Wasserlauf endigen. Bei Drainagen auf Rieselfeldern, die eine starke Luftzu-

führung bewirken sollen, ist Wert darauf zu legen, daß die Sauge- und Sammeldrains nicht allzu lang werden, bis sie in den offenen Graben und damit an diejenige Stelle ausmünden, von welcher die Luft eintreten soll, wenn die Röhren ganz oder teilweise wasserfrei sind. Verfasser schlägt vor, für außerordentlich starke Sauerstoffführung noch in senkrechter Richtung Luft zu den Drainröhren mittels eiserner Standröhren zuströmen zu lassen, wenn die Drainstränge mehrere 100 m lang sind.

Auf die Sauerstoff- oder Luftzuführung zu dem Bodenfilter wird im allgemeinen von den Technikern zu wenig Gewicht bei Rieselfelddrainagen gelegt[19 20].

b) Die Oberflächengestaltung der Rieselfelder (Terrainaptierung).

Die Anlagen, bei welchen eine Verwertung der Spüljauche gar nicht in Frage kommt, sind in erster Linie diejenigen, welche gleichsam Sicherheitsventile für die übrigen Rieselfeldanlagen bilden sollen. Auf den Berliner Rieselfeldern werden für diese Zwecke von Natur horizontal liegende Flächen mit einem etwa 1 m hohen Wall umgeben, drainiert und einfach als Einstau-Bassins von sehr bedeutender Ausdehnung benutzt. Bei dem jetzigen Areal der Berliner Rieselfelder und ihrem regelmäßigen Betrieb kommt eine derartige Einstauung der Spüljauche nur in den Jahreszeiten vor, wo die Vegetation ruht.

Es ist gegen eine derartige Anlage vor allem einzuwenden, daß dieselbe, wenn das Bassin einmal gefüllt und Wochen und Monate lang benutzt wird, wobei die Drainröhren vollfließen, keine Luft durch den Boden mit der Spüljauche in Berührung kommen kann, also eines der wirksamsten Mittel der Reinigung, nämlich die ausgiebige Oxydation im Boden, großenteils fortfällt. Diese Bassins haben eine derartige Ausdehnung, daß schon ihre Füllung bei dem Durchmesser der Rohrleitung, welche benutzt wird, Wochen erfordert. Die Größe derselben wechselt von 2—10 ha. Verfasser hat mehrfach den Vorschlag gemacht, daß die größeren Bassins durch Längs- und Querdämme in kleinere Bassins geteilt werden, die sich in wenigen Tagen füllen und abwechselnd benutzt werden könnten, damit eine intermittierende Filtration stattfände und die Luft immer nach wenigen Tagen aufs neue Zutritt zu dem Bodenfilter und damit zur Spüljauche erhielte. Diese Einstau-Bassins der Berliner Anlagen werden, nachdem sie abgetrocknet sind, im Frühjahr gepflügt und mit Getreide, Raps etc. bestellt, welche trotz der ungeheuren Stickstoffüberdüngung, die im Winter stattgefunden hat, nicht ganz schlechte Erträge geben, weil, wie schon mehrfach erwähnt, bei Ueberdüngung ein großer Teil dieses Düngmittels, wahrscheinlich der größte Teil besonders auf sandigem Boden als Salpetersäure durch das Drainwasser und in den Untergrund abgeht. Wäre solches nicht der Fall, so würde lediglich Lagerfrucht ohne Körnerertrag geerntet werden, denn es werden viele Tausende von Kubikmetern Spüljauche auf jedem Hektar Bassinfläche filtriert und die Exkremente von vielleicht 1500—2000 Einwohnern auf den Hektar gebracht, während zur Erzielung einer guten Getreide- oder Rapsernte die Exkremente von 80 Einwohnern pro Hektar ausreichen würden.

Es finden sich in England Anlagen, welche zu ähnlichen Zwecken benutzt werden, wo also auf außerordentlich kleiner Fläche ein sehr großes

Quantum von Spüljauche das ganze Jahr hindurch, also nicht allein im Winter gereinigt wird, und zwar sind es Bodenfilter, die viel dichter drainiert sind, als die Berliner Anlagen, und intermittierend benutzt werden. Futterrüben, Gemüse und Gras werden auf diesen Feldern angebaut. Selbstverständlich aber spielt der große Stickstoffbedarf dieser Pflanzen, welcher viel bedeutender ist als der Stickstoffbedarf von Halmgetreide und Oelfrüchten, gar keine Rolle im Verhältnis zu den ungeheuren Stickstoffquantitäten, welche dort durch die Spüljauche von 500 Personen und darüber pro acre (ca. 37 ar) aufgebracht werden.

Verfasser empfiehlt für derartige Zwecke eine Anlage, welche in intensiverer Weise, als bisher bekannt, die Lüftung der Spüljauche erreicht. Fig. 1 wird dieselbe erläutern. Sie besteht aus einer Gruppe kleiner, durch Erdwälle voneinander geschiedener Bassins mit horizontaler Sohle, die in einer Ebene liegen oder terassenförmig angeordnet sein können. Die Bassins werden intermittierend, etwa 3—4 Tage lang zur Filtration benutzt, und dann wird für mehrere Tage der Zufluß abgesperrt. Die Drainröhren münden schließlich in einen offenen Graben aus. Die Sohle der Bassins wird vor der Benutzung im Winter in sogenannte Kämme gepflügt, weil sich der Boden derartiger Bassinanlagen, wenn glatt daliegend, leicht durch eine Haut verschließt, welche aus den suspendierten Teilen der Spüljauche, hauptsächlich aus gelöstem Papier, also aus Papierstoff (Cellulose) ferner aus Kaffesatz besteht. Es kommen Fälle vor, wo diese Haut so dicht ist, daß sie undurchdringlich für Wasser wird, einem erheblichen Druck widersteht und die Filtration überhaupt in Frage stellt. Die vorgeschlagenen Anlagen unterscheiden sich also von den gewöhnlichen Einstau-Bassins erstens durch dichtere und tiefere Drainage, zweitens durch rasch wechselnde Benutzung, sodaß eine fortwährende Luftströmung den Boden durchzieht.

(Siehe Fig. 1 Seite 346.)

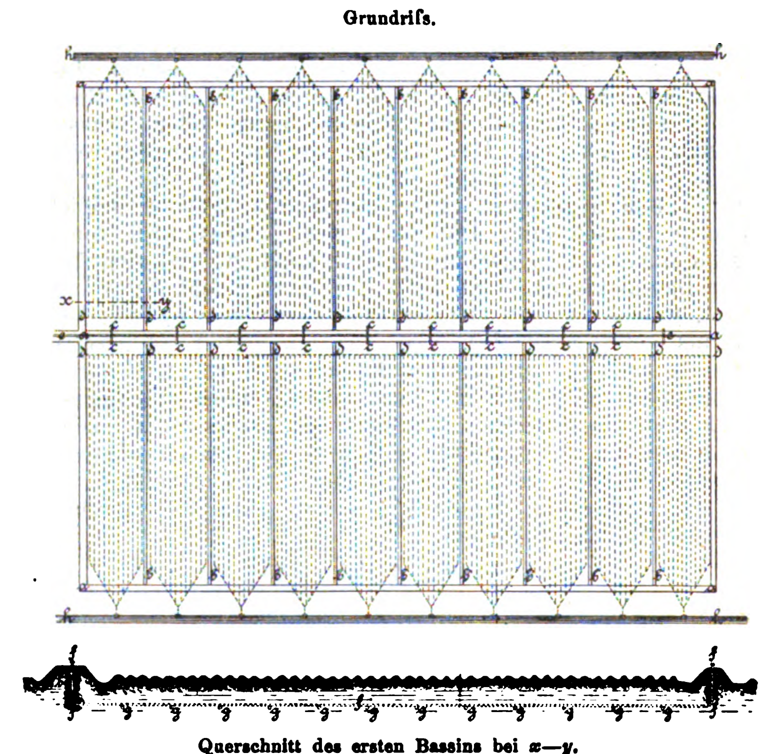
Nehmen wir an, daß eine horizontale Fläche von 10 ha in 10 Bassins von 1 ha durch meterhohe Erdwälle, die durch Grasbewachsung befestigt werden, geteilt wird, und daß diese kleinen Bassins jedesmal 3 Tage lang die volle Spüljauchenzuführung erhalten, so würde nach 30 Tagen das erste Bassin aufs neue gefüllt werden.

Die Größe der einzelnen Bassins richtet sich außer nach dem täglichen Zufluß noch nach dem versinkenden Spüljauchenquantum, welches entsprechend der durch außerordentlich enge und tiefe Drainage unterstützten Durchlässigkeit des Bodens größer oder kleiner sein kann. Angenommen, jedes Bassin hätte 1 ha oder 10000 qm Fläche, könnte also bei 1 m hohem Erdwall 10000 cbm Flüssigkeit fassen, und das versinkende Quantum wäre pro Stunde 400 cbm, der Zufluß aber pro Stunde 800 cbm, so enthielt das Bassin nach 24-stündigem Zufluß 9600 cbm Spüljauche, und das gleiche Quantum wäre versunken. — Die Entfernung der Drainagestränge ist auf 4—8 m, ihre geringste Tiefe auf $1^1/_2$ m anzunehmen.

Die Bassins werden im Sommer mit Rüben oder italienischem Raygras bestellt, wenn man sie nicht auch in dieser Jahreszeit als Sicherheitsanlagen für abnorm große Niederschläge benutzen will.

Derartige Anlagen können als Sicherheitsventile benutzt werden, nicht allein für kommunale Rieselfelder von Städten, welche nach ver-

eintem System kanalisiert sind, sondern auch für Private, die zu fortwährender Abnahme der Spüljauche verpflichtet sind, welche ihnen von den Druckrohrleitungen städtischer Rieselfelder durch eine Abzweigung zufließt. Es können mit Hilfe derartiger Anlagen aber auch solche Städte eine befriedigende Reinigung der Spüljauche ermöglichen, welche aus irgend einem Grunde über größere Rieselfeldflächen nicht verfügen, oder denen gerade an der Stelle, wo vielleicht alte städtische Kanäle ausmünden, keine großen Flächen zu Gebote stehen.



Querschnitt des ersten Bassins bei *x—y*.

Fig. 1. Anlage für Reinigung eines möglichst grofsen Quantums Spüljauche (Sewage) auf möglichst kleiner Fläche und ohne Verwertung der Düngstoffe. *hh* Abflufsgräben, *aa* Umfassungsdämme, *ee* Zuflufsrohr aus Gufseisen, *bb* Querdämme, *cc* Hydranten, *ff* Luftschächte.

Verfasser ist der Meinung, daß derartige Bodenfilter, welche das Prinzip verfolgen, die Spüljauche ausgiebig zu oxydieren, mit geringeren Kosten bessere Resultate erzielen werden, als die chemische Reinigung durch Kalk und andere Fällungsmittel erreicht.

Wie aus den im 2. Abschnitt (S. 338 ff.) wiedergegebenen Analysen der Drainwasser der Berliner Anlagen hervorgeht, haben die Drainwasser der großen Einstau-Bassins ein großes Erfordernis an übermangansaurem Kali, d. h. sie sind mangelhaft oxydiert.

In den Verwaltungsberichten wird dieser Mangel teils mit dem Reichtum ihres Untergrundes an Eisenoxydul erklärt, obgleich sich dieses Mineral sicher auch unter den übrigen Anlagen findet, teils mit dem

direkten Eindringen von Spüljauche in die Drainröhren durch Rinnsale im Boden, während es doch viel näher liegt, dem Mangel an Luftsauerstoff in dem Boden und in den Drains der nicht intermittierend benutzten Bassins die Schuld zu geben. Die Beurteilung des Bassindrainwassers würde besonders erleichtert sein, wenn der Kopf der Analysen Angaben enthielte, von welchem Tage bis zu welchem Tage der Zuflußschieber des Bassins geöffnet war, von wann ab die Spüljauche begann über die Sohle des Bassins zu steigen, und wie lange eine Bedeckung des Bassinbodens und damit mehr oder weniger Luftabschluß, wenn die Drains voll laufen, stattgefunden hat.

Wir kommen jetzt zu den Anlagen, welche neben der Reinigung auch eine Verwertung bezwecken und dennoch keine allzu großen Flächen den Rieselfeldern einräumen, Anlagen, durch welche die Spüljauche von etwa 250—400 Menschen auf 1 ha gereinigt wird.

Zum Zweck des Grasbaues kann für stark geneigtes Terrain der jedem Landmann bekannte, sogenannte Hangbau, welcher auf vielen Kunstwiesen in gebirgigen Gegenden zu sehen ist, benutzt werden. Die Zeichnung Fig. 2 giebt das Profil derartiger Anlagen. Schwach geneigtes Terrain kann in flache Terrassen (Fig. 4 und 5) umgeformt und ebenfalls zum Grasbau benutzt werden. Wenn Absatz für Gemüse und Futterrüben vorhanden ist, wird der Terrassenbau auch mit Furchenbewässerung (Fig. 6) für den Anbau dieser Früchte benutzt. Zur Bewässerung ebener Flächen bedient man sich beim Kunstwiesenbau des sogenannten Beetbaues (Fig. 3), dessen Rücken bei der Spüljauchenbewässerung breiter angelegt werden als beim Kunstwiesenbau. Der Beetbau hat beim Kunstwiesenbau die Aufgabe, sämtliche suspendierten und gelösten Dungteile des Wassers nach Möglichkeit auszunutzen. Die Ueberladung der Spüljauche mit diesen suspendierten Teilen läßt den Beetbau für Spüljauchen-Bewässerungsanlagen wenig praktisch erscheinen, weil die Ablagerungen diesen kunstvollsten Bau der Rieselwiesenanlagen fortwährend im Niveau verändern und die Wasserrippen oder Furchen (*c c c*) schnell füllen.

Der Beetbau ist auf den Danziger Anlagen und auf verschiedenen Rieselfarmen in England, z. B. bei Barking nahe London (Lodge-Farm) angewendet. Auf den Berliner Rieselfeldern werden die stark geneigten Flächen für Gras-Hangbau (Fig. 2), die schwach geneigten Flächen zu dem Gras-Terrassenbau (Fig. 4 und 5) oder abwechselnd auch zu dem Terrassenbau mit Furchenbewässerung (Fig. 6) zum Anbau von Gemüse und Futterrüben benutzt. Zeitweise werden, besonders im Winter, die ganzen Terrassen und auch Gruppen von Terrassen überstaut, während der Vegetationszeit dagegen nur die Furchen zur Unterbringung der Spüljauche und gleichzeitig zur Anfeuchtung und Düngung der zwischen den Furchen liegenden Beete benutzt.

(Siehe Fig. 2, 3, 4, 5, 6 S. 348.)

Wir haben noch eine Methode der Bewässerung zu erwähnen, welche aus einer Kombination der Berieselung mit der Ueberstauung entstanden ist, die „Stauberieselung".

Unter „Berieselung" versteht der Wiesenbaumeister das Ueberfließen des Wassers in dünnster Schicht über den Boden; sagen wir 1 cm hoch oder so dünn, daß man das Wasser nur im Grase glitzern sieht. Die

Flüssigkeit ist dabei in fortwährender Bewegung. Unter „Ueberstauung“ versteht er die Spannung des Wassers durch Dämme und die Verwandlung der überstauten Fläche in einen Teich; das soll heißen: die Wasserschicht ist in Ruhe und steigt so hoch, daß sie die Pflanzen bedeckt und von der Luft abschließt, während bei der Berieselung die

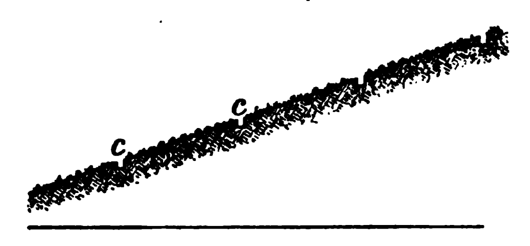


Fig. 2. Wiesenhangbau.



Fig. 3. Wiesenbeetbau.

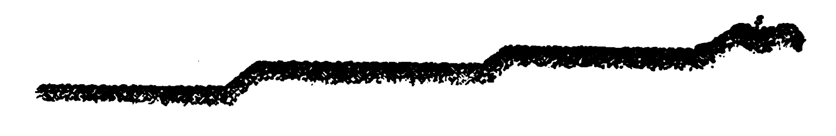


Fig. 4. Terrassenbau.

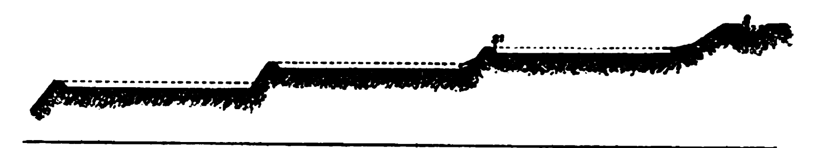


Fig. 5. Terrassenbau für Stauberieselung.



Fig. 6. Terrassenbau für Hackfrüchte.

Luft Zutritt zum Boden behalten kann. Bei derselben berühren die Wasserfäden, wie der Hydrotekt sagt, nur die Wurzeln der Pflanzen.

Der gewöhnliche Gang der Ueberstauung ist: Füllen des Bassins oder der Stauwiesenanlage durch Oeffnen der Einlaßschleuse, Stehenlassen des Wassers behufs Absetzen, d. h. zu Boden fallen lassen seiner

suspendierten Dungteile, Entleeren des Bassins mittels Oeffnung der Ablaßschleuse. Oder bei anfeuchtender Bewässerung in der Vegetationszeit: Füllung der Verteilungsgräben oder schwächste Bedeckung der Bodenfläche durch Oeffnung der Einlaßschleuse für kurze Zeit behufs Erfrischung der Graswurzeln.

Wenn nun auf einer Stauwiese Einlaß- und Auslaßschleuse für mehrere Tage oder im Winter Wochen gleichzeitig derart geöffnet gelassen werden, daß das Wasser in hoher Schicht, höher, als bei Beet- oder Hangbau üblich und möglich ist, sagen wir 5—50 cm hoch, langsam über die Wiese hingeführt wird, so entsteht die „Stauberieselung".

Sie gestattet, gleich der Stauanlage, kleine Unebenheiten und ist gewöhnlich in der Anlage nicht so kunstvoll und so kostspielig wie der Wiesenbeetbau.

Für Spüljauchen-Rieselfelder ist die Stauberieselung meistenteils nur in der Weise verwendbar, daß man eine Vorreinigung der Spüljauche bewirkt, z. B. durch Ablagerung des Papierstoffs in Schlammteichen — ehe man die Spüljauche auf Hang- oder Beetbauten auffließen läßt. Man kann die Spüljauche nicht durch Stauberieselung allein derart reinigen, daß sie von der Oberfläche der Anlage aus in den Fluß oder den in den Fluß mündenden Hauptabzugsgraben abgelassen werden kann, dagegen kann das Drainwasser eine Stauberieselung unter Umständen genügend gereinigt sein.

Fig. 5 zeigt eine Terrassenanlage, welche zur Stauberieselung benutzbar ist: Auf der linken Seite der Querschnittszeichnung findet sich eine kleine Bodenerhöhung, in welche eine kleine Schleuse eingebaut ist, durch deren teilweise Schließung die Wasserschicht gespannt werden kann und zur nächsten Terrasse abfließt, bis sie endlich auf der letzten Terrasse in kleinerer Quantität ankommt, versinkt und filtriert und unterirdisch gereinigt durch die Drainröhren in den Hauptgraben läuft. Man kann die Bewässerung auf Terrassenbauten nach Fig. 5 aber auch derart leiten, daß jeder einzelnen Fläche frische Spüljauche aus der Hauptzuleitung gegeben, diese Flüssigkeit durch Schließung der Schleuse gespannt und der Zufluß derart beschränkt wird, daß die Spüljauche auf jeder Terrasse versinkt und in den Untergrund oder die Drains abfließt.

Bei wochenlanger Führung derartiger Stauberieselung selbst in vegetationsloser Jahreszeit werden die Graswurzeln auf den Terrassen getötet werden, ausfaulen oder bei Wiederbeginn der Vegetation ersticken. Unsere Gräser vertragen den Luftabschluß durch Wasser nur in der Vegetationsruhe, bei uns also im Winter. Sobald die Luft oder die Wassertemperatur über 3° C steigt, beginnt die Empfindlichkeit gegen Wasserbedeckung, welche zunimmt mit steigender Temperatur, mit dem Fehlen der Bewegung des Wassers und damit gegebener Neigung für Gärungsvorgänge und mit dem Gehalt des Wassers an organischen und besonders an schon in beginnender Gärung befindlichen organischen Substanzen.

Da die Spüljauche selbst bei hartem Frostwetter und bei langen Zuleitungskanälen mit Temperaturen von über + 5° C auf den Rieselfeldern ankommt und mit organischen Stoffen, Keimen und Gärungserregern überladen ist, kann man sich denken, mit welcher Vorsicht ihre Aufbringung da erfolgen muß, wo man eine Grasnarbe düngen, aber nicht töten will.

Zu dieser Schwierigkeit, eine Grasnarbe auf Rieselfeldern zu er-

halten, kommt noch eine andere, unter welcher die Rieselfelder in rauhen Klimaten, wie das deutsche, zu leiden haben, nämlich die Empfindlichkeit gerade derjenigen Grasarten gegen Frost, welche rasch vegetieren und die stärkste Dungkraft des Bodens am meisten ausnutzen, also die kräftigsten Stickstoffzehrer sind und den höchsten Reinertrag liefern. Da ist besonders das italienische Raygras, welches trotz dieser Uebelstände stark benutzt wird, dessen Ansaat nach jedem harten, schneefreien Winter mit großen Kosten erneuert werden muß.

Der Zufluß geschieht auf den Berliner Anlagen der Spüljauche zu den Hang- und Terrassenbauten durch aufgedämmte Gräben, die wiederum aus den Schieberöffnungen der eisernen Zuflußröhren mit Spüljauche gefüllt werden.

Verfasser fand im Jahre 1867 in Croydon bei London, einer der ältesten Berieselungsanlagen, mit Raygras bewachsene Terrassen, wie in Fig. 4 auf undrainiertem Lehmboden ausgeführt und derart bewässert, daß direkt von einer Terrasse zur anderen der Ueberlauf der Spüljauche stattfand, so daß die Spüljauche viele Terrassen passierte und ihre Reinigung lediglich oder hauptsächlich durch Flächen-Attraktion bewirkt wurde oder bewirkt werden sollte.

Verfasser konnte allerdings beobachten, daß von der letzteren Terrasse die Spüljauche, welche nach Zurückhaltung der gröbsten suspendierten Teile mittels einer mechanischen Einrichtung dennoch in sehr trübem Zustande auf die erste Terrasse gelangte, ziemlich klar von der letzten abfloß und dem öffentlichen Wasserlaufe übergeben wurde. Er hegt indessen starke Zweifel, die auch durch die folgenden Analysen (S. 351) einigermaßen gerechtfertigt worden sind, daß eine derartige oberflächliche Reinigung auch nur einigermaßen genügen kann, wenn der Flußlauf in seinem Wasserreichtum nicht im günstigen Verhältnis steht zu dem Spüljauchenquantum. Es wird bei dieser Reinigung angenommen, daß, ähnlich wie bei der Düngung der Rieselwiesen mit klarem Bachwasser, nicht allein durch Eindringen der Flüssigkeit in den Boden, düngende Teile von demselben zurückgehalten werden, sondern daß auch die Anziehungskraft der Bodenoberfläche für düngende Bestandteile und die Flächenanziehungskraft der unendlichen Menge von Grashälmchen der darüber hingeführten Spüljauche nicht allein alle suspendierten, sondern auch einen großen Teil der gelösten, düngenden Bestandteile entzieht. Jedenfalls stehen solche Anlagen an Wirksamkeit zurück gegen die Niederwärtsfiltration, welche den 1 oder 2 m starken Bodenfilter zur Reinigung benutzt und gleichzeitig Sauerstoff durch die Poren des Bodens und durch die Drainröhren der zu filtrierenden Flüssigkeit zuführt.

Der mehrfach zitierte erste Bericht der englischen, von der Regierung ernannten und mit den weitgehendsten Vollmachten ausgestatteten Kommission zur Auffindung der besten Methoden der Kanalwasserreinigung oder, wie der englische Titel lautet, „zur Verhütung der Flußverunreinigung“ [8a] beschäftigt sich eingehend mit den Croydoner Anlagen und giebt die weiter unten stehende Tabelle. Zu derselben wird in einem zweiten Berichte der Kommission bemerkt, daß der Gehalt des ungereinigten Kanalwassers an organischem Stickstoff sich späteren Berechnungen zufolge auf durchschnittlich 1,051 Teil in 100 000 Teilen stellt.

Der Gehalt des gereinigten Wassers an organischem Stickstoff nimmt mit der kälteren Jahreszeit zu und beträgt infolge eines Frostes von 7 Nächten 0,239.

Hieraus kann man schon auf unter gleichen Verhältnissen ungünstigere Resultate von Anlagen schließen, die einem härteren Winter ausgesetzt sind, wie dies auch aus nachfolgender Tabelle hervorgeht.

Rieselwasser von Croydon	Gesamtgehalt an löslichen Stoffen	Organ. Kohlenstoff	Organ. Stickstoff	Ammoniak	Stickstoff in Nitriten und Nitraten	Stickstoffgehalt in Verbindungen	Chlor
	in 100 000 Teilen Wasser						
Durchschnittliche Zusammensetzung vor der Berieselung	45.7	2.508	1,576	3.005	0.000	3,527	4.28
Nach der Berieselung:							
Frühling	35.4	0.594	0,104	0,072	0,225	0,388	2,32
Sommer	35,4	0,607	0,126	0,069	0,155	0,300	2,57
Herbst	43.1	0.690	0,138	0.185	0,589	0,792	3,20
Winter	40.6	0,612	0,145	0,204	0,533	0,846	2,72
Nach 7 Tagen Frost	45,6	0,591	0,239	0,371	0.448	0,992	2,88

Um Grasanlagen nicht allzu sehr durch die suspendierten Teile der Spüljauche zu verschlämmen, die Halme nicht zu beschmutzen, die Bodenoberfläche der Wiesen nicht von der Luft abschließen zu lassen, ist es zweckmäßig, wie es bei Berlin und in Norwood geschieht, die Spüljauche, ehe sie in den Verteilungsgraben gelangt, in welchem sie stark strömt, ein kleines aufgedämmtes Erdbassin passieren zu lassen, nur so groß, daß sie dasselbe sehr langsam durchströmt, auch darin die gröbsten Schlammteile absetzt, die gelegentlich ausgestochen und trocken als beliebter Dünger verkauft werden.

Es empfiehlt sich ferner in trockenen Klimaten und auf von Natur nicht feucht gelegenen Grasanlagen die Anfeuchtung nicht allein durch die aus der Stadt gepumpte, in regenarmer Zeit leicht unzureichende Menge von Spüljauche zu bewirken, sondern eine Anfeuchtung mit Grundwasser, an dem es auf Rieselfeldern nie fehlen wird, zu Hilfe zu nehmen. Die Rieselfeldanlagen sind so kostbar, der Reinertrag hängt so sehr von guten Graserntcn, auch in trockener Jahreszeit, ab, wo dieses Gras pro Centner das Doppelte und Dreifache wert ist, vom Preise in feuchter Zeit, daß sich trotz der bedeutenden Herstellungskosten Befeuchtungsanlagen bezahlt machen, ähnlich den in Südfrankreich, Italien, Egypten benutzten, nur mit dem Unterschiede, daß aus genanntem tiefem und weitem Brunnenkessel die Druckpumpe mittels des Becherwerkes das Wasser an die hohen Stellen des Feldes drückt und daß als Motor anstatt des Ochsen oder Maultieres der selbstregulierende Windmotor oder bei billigen Brennmaterialpreisen die Lokomobile mit der Centrifugalpumpe tritt.

Soweit Verfasser orientiert ist, sind derartige Wasser-Hebewerke auf Rieselseldern noch nicht einmal versuchsweise eingeführt worden, dagegen hört er in jedem trockenen Jahre die Klage über Versagen der Grasanlagen und den Einwand gegen Abgabe von Spüljauche aus den

Druckrohrleitungen an Private, daß die Flüssigkeit in trockener Jahreszeit fehle.

Wir kommen nun zu einer dritten Art von Anlagen, welche lediglich eine Verwertung der düngenden Bestandteile der Spüljauche im landwirtschaftlichen Sinne bezwecken und dabei eine gründliche Reinigung bewirken, da sie der Bewässerung mit Spüljauche pro Cubikmeter eine fast so große Fläche einräumen, daß der Stickstoffgehalt des aufzubringenden Spüljauchenquantums nicht mehr viel größer ist als der Stickstoffbedarf der zu erwartenden Ernte, wenn eine Stickstoffentnahme der Pflanzen aus der Luft nicht in Betracht gezogen wird. Es sind dies die Schlauchbewässerungen ohne jede Aptierung, wie sie Mechi in Tiptree-Hall (allerdings mit verdünnter Viehjauche) ausgeführt hat, und wie sie Babut du Marès [16] für die Kampine zur Benutzung der Spüljauche belgischer Städte empfiehlt.

Da diese Schlauchbewässerungen bei der Vergänglichkeit des Spüljauchenstickstoffes, zumal auf schlecht absorbierendem Sandboden gewöhnlich ein zu kleines Quantum von Flüssigkeit dem Boden zuführen, hat Verfasser sich bemüht, durch eine vorübergehende Terrain-Aptierung dieses Quantum zu verstärken, und Versuche in dieser Richtung angestellt, die vollkommen gelangen, ohne Nachahmung zu finden. Die Gründe hierfür sind teils darin zu suchen, daß Neues schwer einzuführen ist, daß das Verfahren nicht ohne eine gewisse Sorgfalt geübt werden darf, wenn Stickstoff-Ueberdüngungen vermieden werden sollen, teils in dem mangelhaften Entgegenkommen städtischer Verwaltungen für Abgabe der Spüljauche.

Es herrscht ein wunderbarer Widerspruch einerseits in der großen Furcht der Verwaltung kanalisierter Städte vor der Anlage von Rieselfeldern, weil dieselbe für teuer und unrentabel gilt, und andererseits in der geringen Neigung, wenn einmal Druckrohrleitungen gelegt sind, die zu den Rieselfeldern führen, Spüljauche aus denselben für solche Preise und unter anderen leichten Bedingungen (neben den Preisen) abzugeben, daß der Abnehmer einen bedeutenden Gewinn darin sieht, sein Feld mit Spüljauche zu düngen, und auch in der Lage ist, nach anderer Richtung hin kostspielige Experimente anzustellen. Wir haben die Schwierigkeiten einer ihrem Düngergehalt entsprechenden Verwertung der Spüljauche im Abschnitt I (S. 331 ff.) erörtert.

Die vorher geschilderten Anlagen für Gras- und Futterrübenbau sind durchaus zweckentsprechend; es muß aber erwähnt werden, daß sich das Gras von Rieselfeldern, die mit städtischer Spüljauche oder mit anderem stark stickstoffhaltigem Wasser (z. B. Abflußwasser von Stärke- und Zuckerfabriken) reichlich gedüngt werden, nur bei außerordentlich trockener Witterung überhaupt zu Heu machen läßt, in Mieten aufgestapelt, sich leicht erwärmt, ein wolliges Ansehen hat und vom Vieh nicht gern gefressen wird. Es suchen deshalb fast alle Verwaltungen von Rieselfeldern ihr Gras von der Sense weg zu verkaufen. Die Preise für solchen Grasverkauf auf dem Felde schwanken zwischen 0,10 bis 0,50 Pfg. pro Centner in Deutschland und stehen in einigen Rieselfeldern kleiner englischer Städte zeitweise auch noch höher. Ein Produkt, welches bei niedrigem Preise schwer wiegt, hat immer nur ein lokales Absatzgebiet. Deshalb kommen häufig die Verwaltungen oder die Pächter von Rieselfeldern in Absatznot für ihren Grasverkauf.

Aehnliche Schwierigkeiten sind vorhanden für den Verkauf von Futterrüben, deren Preis bei dem Wassergehalt von 85—95 Proz. sich in Deutschland zwischen 0,50—0,90 Pf. bewegt. Auch für dieses Produkt kann ein mangelnder Absatz leicht eintreten, wenn auch die Kuhhaltungen in den Städten und auf den an die Rieselfelder anstoßenden Gütern sich mit dem längeren Bestehen von Rieselfeldern immer mehr auf den Einkauf dieser Futtermittel einrichten.

Diese Schwierigkeiten des Absatzes für die hauptsächlichsten Produkte der Rieselfelder haben den Verfasser [4] in erster Linie bewogen, eine Methode zu ersinnen, die, ohne kostspielig in Anlage und Betrieb zu sein, den Anbau gewöhnlicher Feldfrüchte in Spüljauche den Grenznachbarn städtischer Rieselfelder und städtischer Druckrohrleitungen ermöglicht. Bei der Benutzung derselben Systeme und bei dem Anbau derselben Früchte (Gras und Futterrüben) werden die Grenznachbarn leicht zu Konkurrenten der städtischen Rieselfelder für den Absatz dieser Produkte, die nur einen kleinen Markt haben.

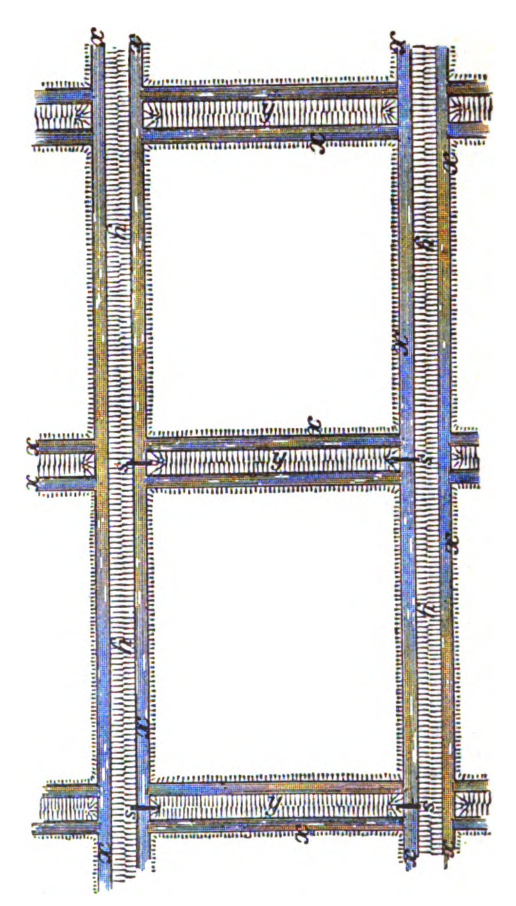


Fig. 7. Grundriſs der durch Aufpflügen von Dämmen hergestellten Bassins. *yy* Dämme, *xx* Furchen, *ss* eiserne Stech-Schütze.

Zur Aufnahme eines größeren Quantums von Spüljauche als die Schlauchbewässerung, wenn sie nicht mehrfach wiederholt werden soll, aufbringt, wird das Feld bei dem Verfahren, welches der Verfasser geübt hat, dadurch vorbereitet, daß mit einem breiten Pfluge, der von vier starken Zugtieren gezogen wird, übers Kreuz Dämme auf dem zu bewässernden Felde gezogen wurden (siehe Fig. 7 und 8). Die Entfernung dieser Dämme hängt von den Neigungen des Terrains

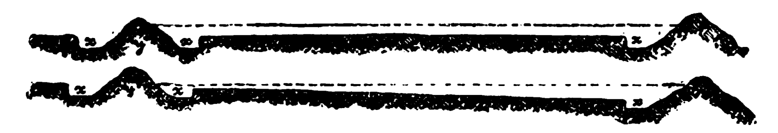


Fig. 8. Querschnitt eines Bassins. *yy* Dämme, *xx* Furchen.

ab und wird lieber etwas zu klein als zu groß gewählt, da Nivellierungen bei diesem Verfahren nicht stattfinden. Stark hängige Terrains sind dafür überhaupt nicht geeignet, sondern nur solche, die ein 1-proz. oder $^1/_2$-proz. oder $^1/_3$-proz. Gefälle haben, also 1 m auf 100 m oder auf 200 m oder auf 300 m. Die Entfernung der Dämme wird gewöhnlich auf 7—12 m gewählt werden können, wenn durch Hin- und Rückgang des Pfluges ein Wall aufgeworfen wird, der erheblich höher ist als die Kämme von Kartoffelfeldern. Ist das Feld auf diese Weise in viele kleine Bassins eingeteilt (siehe Fig. 7), so wird entweder aus der unterirdischen Rohrleitung oder durch einen beweglichen Rohrstrang eigener Konstruktion oder durch geteerte Hanfschläuche mit Verschlüssen aus schmiedbarem Gußeisen die Spüljauche aufgebracht. Während dieser Arbeit werden die offenen Stellen der Furchen, die der Pflug bei seinem letzten Gange gelassen hat, durch Schützen aus Blech mit Handgriff (Fig. 9) geschlossen und die Spüljauche von Bassin zu Bassin übergeleitet, indem man den Zufluß an den höchsten Punkten des Feldes stattfinden läßt. Es gelingt auf diese Weise leicht, Hunderte von Cubikmetern pro Morgen (gleich $^1/_4$ ha) zum Versinken zu bringen und damit vollkommen ausreichende Düngung für jede Halmfrucht- oder Kartoffelernte zu geben.

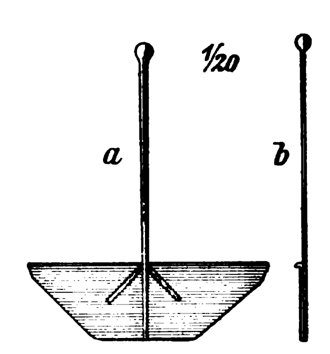


Fig. 9. Schütze aus Blech mit Handgriff. *a* in Seitenansicht, *b* im Querschnitt.

Erwähnt sei, daß es sich hier und da lohnen wird, bei schwachem Kaligehalt der Spüljauche und des Bodens die billige Kainitdüngung, vielleicht auch stellenweise eine Phosphorsäuredüngung neben der Spüljauchendüngung stattfinden zu lassen. Auf den Kaligehalt der Spüljauche ist die Substanz des städtischen Pflasters von Einfluß. Der Detritus eines Granitpflasters ist kalihaltiger als der eines Asphaltpflasters, welches sich seiner Elasticität wegen überhaupt weniger abnutzt.

Nachdem die Spüljauche auf dem Felde versunken ist, wird dasselbe durch Zurückpflügen der Dämme mit einem gewöhnlichen Pfluge und durch Abschleifen derselben mit der Ackerschleife geebnet und liegt für jede Saatbestellung bereit da. Die ganze, soeben beschriebene Arbeit bildet nur einen Bruchteil der gewöhnlichen Bestellungskosten, und die Anlagekosten für eine solche Einrichtung bestehen im wesentlichen in der eisernen Druckrohrleitung mit ihren Schieberventilen, Ausflüssen etc. Sie stellt sich je nach der Form und Größe des Grundstückes und je nach dem Drucke, welcher in der Leitung vorhanden ist und deshalb zu größeren oder kleineren Durchmessern der Rohrleitung führt, deren Durchflußquantum entscheidend ist, auf 100—150 M. pro Hektar.

Für die zu erwartende Ernte bleibt es ein großer Unterschied, ob die Spüljauchendüngung einen Monat oder vielleicht 4 und 5 Monate (im Herbst bei Frühjahrsbestellung) vor der Aussaat stattgefunden hat. Liegt wenig Zeit zwischen Düngung und Aussaat, so wird das aufgerieselte Stickstoffquantum fast voll bei der Vegetation zur Geltung kommen, einerseits vielleicht volle Geldverwertung finden, andererseits möglicherweise eine Luxusvegetation von Stickstoff und damit Vergeilung von Halmfrüchten, Lagergetreide oder übertriebene Strohbildung

mit schlechtem Körneransatz oder von Kartoffeln mit überreicher Krautbildung und geringem Knollenansatz stattfinden. Liegen mehrere Monate, vielleicht ein ganzer Winter zwischen Düngung und Bestellung, so ist die Gefahr der Stickstoffüberdüngung beseitigt, dagegen aber die Gefahr einer zu schwachen Düngung vorhanden. Die Spüljauchendüngung ist der Düngung mit dem leicht löslichen kostbaren Chilisalpeter zu vergleichen, den der Landmann nur während der Vegetationszeit verwendet, um Entweichungen von Salpetersäure (die vom Acker nicht wie andere Dungmittel zurückgehalten wird) in den Untergrund vorzubeugen.

Wir haben es indessen bei der Spüljauche, wenn die städtischen Verwaltungen nicht übertriebene Preise stellen, nicht mit einem kostspieligen, sondern mit einem billigen, stickstoffhaltigen Dungmittel zu thun. Der Preis des Pfundes Stickstoff im Chilisalpeter pflegt ungefähr 0,50 M. zu betragen und würde, für die Spüljauche angenommen, Millionen repräsentieren für das Quantum, welches größere Städte täglich auswerfen (Berlin ca. 200000 cbm). Es kommt aber bei diesem wandelbarsten aller Dungmittel auf die Form an, in welcher es dem Landmann geliefert wird, und die wenigen vorher gemachten Andeutungen werden den Leser schon darauf hingeführt haben, daß die Düngung mit Spüljauche sehr viel größere Aufmerksamkeit und agrikulturchemische Kenntnisse erfordert, wenigstens wenn es sich um Früchte handelt, wie Halmgetreide und Kartoffeln, die empfindlich gegen zu große Stickstoffzufuhr sind, als die uralte Erfahrungswissenschaft der Stallmistdüngung sie verlangt. Die Stadtverwaltungen sollten sich wegen dieser Schwierigkeit der Verwendung der Spüljauche zum lohnenden Getreidebau hüten, für die Entnahme von Spüljauche aus ihren Druckrohrleitungen zwecks Anbau der marktgängigen Feldfrüchte hohe Anforderungen zu stellen, welche dem Landmann dieses Dungmittel verleiden und die Stadtverwaltung dahin bringen, für ihre Bevölkerungszunahme immer neue Rieselfelder erwerben und selbst bewirtschaften zu müssen.

Der Landmann wird im Herbst für die im Frühjahr zu bestellenden Felder sehr viel mehr Kubikmeter pro Hektar, vielleicht das doppelte und dreifache Quantum Spüljauche aufzubringen haben, als für Bestellung in derselben Saison, also für Herbstbestellung, desgleichen mehr bei der Düngung im Frühjahr für die Frühjahrsbestellung. Regen und Schnee werden immer einen bedeutenden Teil des aufgerieselten und in Salpetersäure übergeführten Stickstoffs in den Untergrund entführen. Im übrigen muß auf empirischem Wege festgestellt werden, wie weit die Kraft der benutzten Bodenqualität reicht, den Spüljauchen Stickstoff bis zur Aufnahme durch die Pflanzen festzuhalten.

Litteratur siehe S. 359 ff.

VIERTER ABSCHNITT.

(Verfasser: Georg H. Gerson.)

Die Rentabilität von Rieselfeldern.

Die kurzen Beschreibungen der technischen Anlagen für Rieselfelder und die Aufzählung der Schwierigkeiten, welche sich für Absatz der Produkte und sonstige Behandlung der Anlagen leicht einstellen, werden den Leser schon darauf vorbereitet haben, daß die Rentabilität der Rieselfelder von vielen Bedingungen abhängig ist, die großenteils lokaler Natur sind. Wir verstehen unter Rentabilität die Verzinsung aller technischen und baulichen Anlagen innerhalb der Grenzen des Rieselfeldes, ferner des Erwerbspreises von Grund und Boden und des erforderlichen Betriebskapitals, sowie des lebenden und toten Inventars durch den Reinertrag, den der Feldbau liefert.

Anlagen, denen die Aufgabe gestellt ist, auf möglichst kleiner Fläche möglichst viel Spüljauche derart zu reinigen, daß das Drainwasser ohne Widerspruch der Gesundheitsbehörde in einen Fluß abgelassen werden kann, der vielleicht noch im Verhältnis zum Drainwasserquantum wenig wasserreich ist, können wohl die Exkremente der Städtebewohner auf billige Weise unschädlich machen, aber die großen Kosten der Anlage des Bodenfilters pro Hektar nicht durch Feldfrüchte verzinsen. In solchem Falle muß sich die Rentabilität von vornherein den hygienischen Zwecken unterordnen, und die Anlage stellt sich pro Hektar selbst bei billigem Landerwerb durch dichte und tiefe Drainierung und Aptierung der Oberfläche so kostspielig, die Placierung der Spüljauche beeinflußt derart den Betrieb, daß auf eine Verzinsung des Anlagekapitals auch zum mäßigsten Satze nicht gerechnet werden kann.

Bilden dagegen derartige Anlagen nur die Sicherheitsventile für die erwähnten anderen Anlagen, für die Reinigung kleinerer Quanten Spüljauche auf größerer Fläche, so werden sie die Rentabilität dieser Areale wesentlich erhöhen, weil die Unterbringung der Spüljauche nicht mit den Feldarbeiten oder mit der vorteilhaftesten Zeit und Menge der Befeuchtung von Gras, Rüben oder Gemüse kollidieren wird.

Ist ein Privatmann und Grenznachbar einer städtischen Druckrohrleitung kontraktlich verpflichtet, ein gewisses Quantum Spüljauche, vielleicht entsprechend dem Querschnitt der Abzweigung der städtischen

Druckrohrleitung auf seinem Felde und dem in den Röhren vorhandenen Drucke, fortwährend abzunehmen: auch in den schwierigsten Monaten der Placierung, also während Frostperioden und der Schneeschmelze, so wird er sich auf einem kleinen Teile seines Feldes Anlagen herstellen müssen, welche große Quantitäten auf kleiner Fläche reinigen und ihm ebenfalls als Sicherheitsventile für die sonstige Benutzung der Spüljauche dienen; anderenfalls wird er die Rentabilität seiner ganzen Anlage gefährden. — Ist er zu keiner bestimmten Abnahme verpflichtet, findet dieselbe also nach seinem Belieben statt, so steht eine größere Rentabilität seines Feldes in Aussicht. Aber selbst in diesem Falle dürfen, zumal beim Anbau gewöhnlicher Feldfrüchte, nur sehr mäßige Preise für die Spüljauche gestellt werden, weil die Benutzung derselben unter sonst gleichen Umständen weniger sicheren Erfolg verbürgt als die gewöhnliche Felddüngung. Die großen englischen und schottischen Städte liegen größtenteils nahe der See und entleeren ihren Kanalinhalt in die Flußläufe, die unter dem Einflusse der Ebbe und Flut stehen und den Kanalinhalt bei Ebbe ins Meer entführen. Dagegen haben viele mittlere und kleine britannische Städte Rieselfeld-Anlagen, deren Reinertrag durchschnittlich etwa denselben Zins abwirft wie die Obligationen dieser Kommunen. Eine Stadt kann also aus dem Ertrage der Anlage die Schulden, die sie zur Herstellung der Anlage gemacht hat verzinsen und meistenteils auch amortisieren. Auf den englischen Anlagen wird selten Getreide, in überwiegendem Maße Gras und Rüben gebaut, für welche erst bei großem Areal Absatzschwierigkeiten eintreten; und da im großen Ganzen das Areal des Rieselfeldes dem Areal der Stadt entspricht, sind unter sonst gleichen Umständen die Rieselfelder kleiner Städte rentabler als die Rieselfelder großer Städte. Der vielfach zitierte englische Bericht[3a] von 1868 giebt auch über die Rentabilität der kleinen englischen Anlagen manchen Aufschluß.

Was die deutschen Anlagen anbetrifft, so machte Stadtrat Marggraff auf dem 7. internationalen hygienischen Kongresse in London im August 1891 über die Rentabilität der Berliner Rieselfelder die folgenden Angaben:

„Von den 4 in vollständigem Rieselbetriebe befindlichen Güterkomplexen kosten einschließlich der Ankaufspreise für den Grunderwerb, der Aptierung, Planierung und Drainierung:

1) die Güter Osdorf, Friederikenhof und Heinersdorf rund 4 280 000 M., welche im Jahre 1890/91 einen Ueberschuß von rund 17 500 M. oder eine Verzinsung von 0,049 Proz.;

2) die Güter Groß- und Kleinbeeren, Schenkendorf und Sputendorf rund 2 400 000 M., welche in demselben Jahre einen Ueberschuß von rund 61 500 M. oder eine Verzinsung von 2,56 Proz.;

3) die Güter Falkenberg und Bürknersfelde mit den Hohen-Schönhausener und Marzahner Ländereien rund 3 700 000 M., welche in demselben Jahre einen Ueberschuß von rund 121 800 M. oder eine Verzinsung von 3,29 Proz.;

4) die Güter Malchow, Wartenberg und Blankenburg rund 5 805 000 M., welche in demselben Jahre einen Ueberschuß von rund 134 800 M. oder eine Verzinsung von 2,32 Proz. erzielt haben."

Man sieht aus diesen Angaben, daß die größte Rieselfeld-Anlage der Erde in ihrer Verzinsung nur ungefähr um $1^1/_4$—$1^3/_4$ Proz. hinter dem Zinsfuß ($3^1/_2$ Proz.) zurückbleibt, zu welchem die Stadt zu normalen Zeiten Geld borgen kann, daß aber der Güterkomplex Falkenberg und Bürknersfelde von nahezu 4 Mill. M. Kapitalwert den Zinsfuß städtischer Obligationen bereits erreicht.

Es ist bekannt, daß die Umgegend von Berlin sich sowohl der Terrainformation wegen als wegen des Vorhandenseins käuflichen Großgrundbesitzes besonders gut zur Anlage großer Rieselfelder unter centraler Verwaltung eignet und daß die Druckhöhe, auf welche die Spüljauche durch die städtischen Pumpstationen befördert werden muß, keine bedeutende ist, deshalb weniger Kosten verursacht als vielleicht bei Städten mit hügeliger Umgegend, die erheblich höher liegt als das Areal der Stadt. Demnach ist die große Furcht vieler städtischer Verwaltungen vor der Kostspieligkeit und Unrentabilität der Anlage von Rieselfeldern zur Reinigung ihrer Spüljauche übertrieben.

Wenn nicht der Strom, an welchem die Stadt liegt, so wasserreich ist, und wenn nicht stromabwärts von der Stadt nur kleine und wenige Orte liegen, die dem Fluße ihr Gebrauchswasser entnehmen, wird von seiten der Staatsregierung eine Reinigung des Abflußwassers auf Rieselfeldern verlangt werden dürfen, ohne der Stadt übergroße finanzielle Opfer unberechtigterweise zuzumuten. Die Stadt wird immer noch besser bei dieser Anlage fahren als bei chemischen Reinigungssystemen, die auf Absatz des im Verhältnis zu seinem Gewicht geringwertigen Kalk (etc.)-Schlammes rechnen, der bisher noch nirgends erreicht worden ist (Frankfurt, Birmingham u. a.). In England existieren, wie erwähnt, bereits viele Rieselfeldanlagen kleinerer Städte, während in Frankreich und Deutschland je kaum ein Dutzend solcher Werke gezählt werden können. Die kontinentalen städtischen Verwaltungen entschließen sich, wie gesagt, überaus schwer zur Anlage derselben. Wenn die Druckrohrleitung und die Rieselfelder aber einmal geschaffen sind, pflegen sie für die Abnahme von Spüljauche Preise zu stellen, die nicht gebilligt werden können, wenn man von dem Gesichtspunkt ausgeht, daß die Stadtverwaltung besser thut, Spüljauche abzugeben, als fortwährend neue Rieselfelder selbst zu erwerben und selbst zu bewirtschaften.

Ueber die Rentabilität der Danziger Rieselfelder hat sich Verfasser aus den Verwaltungsberichten des Magistrats keine Information verschaffen können. Die Anlage wird von der Firma A. Aird, den Schöpfern der Danziger Kanalisation, ausgenutzt.

Laut den Verwaltungsberichten der Stadt Breslau waren die Rieselfelder in den Jahren 1. April 1886—89 zu folgenden Preisen verpachtet:

Breslauer Rieselgüter.

Oswitz	260 ha	mit Berieselung,	Pacht pro ha 110 M.	= 26 679 M.
	74 „	ohne „	„ „ „ 50 „	= 3 724 „
Leipe	81 „	mit „	„ „ „ 110 „	= 8 965 „
Ransern	249 „	mit „	„ „ „ 80 „	= 19 920 „
	13 „	ohne „	„ „ „ 33 „	= 433 „

Die berieselten Flächen verzinsen demnach zu 3 Proz. ein Kapital von 3667 M. pro ha oder 917 M. pro Morgen.

Kaufmann machte über die Kosten der Assanierung Breslaus inkl. der Reinigung seiner Abwässer auf der Versammlung des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege in Breslau 1886 folgende Angaben:

Die Kosten der Kanalisation Breslaus einschl. der Aptierung der Rieselfelder bis zur vollständigen Fertigstellung dieser Anlagen werden die Höhe von 6 000 000 M. kaum erreichen; das ergiebt für den Einwohner 20 M., davon 6 Proz. für Verzinsung und Amortisation giebt 1,2 M., dazu die Unterhaltungskosten mit 0,3 M., erfordert für den Kopf jährlich für Verzinsung, Amortisationen und Betrieb der ganzen Anlage 1,5 M., also für 400 Einwohner die hier etwa auf 1 ha zu rechnen sind, 600 M., wovon schon jetzt mindestens 100 M. durch die Verpachtung der Rieselfelder gedeckt werden, sodaß für Einwohner und Jahr höchstens 1,25 M. verbleiben für alle übrigen Vorteile, welche die Schwemmkanalisation ihnen bietet.

Wird die Rentabilität der Berliner Felder als Grundlage für andere Anlagen genommen, so ist zu bedenken, daß den günstigen Berliner Verhältnissen die Größe der erforderlichen Anlage als erschwerendes Moment für lohnenden Absatz der Hauptprodukte Gras und Rüben gegenübersteht. Es wird immerhin für Rieselfelder kleiner und mittelgroßer deutscher Städte im Durchschnitt auf eine Verzinsung der Anlage von 3 Proz. gerechnet werden dürfen, sodaß nur $^1/_2$ Proz. von der Stadt zuzuschießen sind, wenn man annimmt, daß die städtischen Obligationen zu $3\,^1/_2$ Proz. verzinslich sind.

Erwähnt sei noch die große Kostspieligkeit eiserner Druckrohrleitungen von dem bedeutenden Durchmesser, den die Spülwasserleitungen beanspruchen. Der laufende Meter eisernen Druckrohrs von 0,80—1 m Durchmesser kostet verlegt meistenteils 100 M., sodaß der Kilometer sich auf 100 000 M. stellt. Diese Berechnung liefert den Grund dafür, daß nahegelegene Rieselgüter sich viel billiger einrichten lassen als entfernte, sodaß der höhere Grundpreis naheliegenden Terrains häufig bereits aufgewogen wird durch die größere Billigkeit der Druckrohrleitung und der kapitalisierten Minderkosten des Pumpbetriebes. Es mag ferner erwähnt sein, daß bei Städten, die sich stark ausdehnen, der Kauf von nahegelegenen Rieselfeldern keine üble Spekulation bildet, weil in späteren Zeiten entferntere Rieselfelder erworben werden können und die früheren Anlagen möglicherweise für einen hohen Preis als Baustellen zu verkaufen sind. Wenn solcher Grund und Boden einige Jahre hindurch der Berieselung entzogen wird, läßt er sich durch Feldbau ohne Düngung in seinen oberen Schichten in den Zustand gewöhnlichen Ackerbodens versetzen. Der Untergrund wird durch Senkung des Grundwasserstandes auf mindestens 2 m und Lüftung mittels enger Drainage ebenfalls derart von organischen Einschlüssen befreit werden können, daß er in hygienischer Beziehung hinter dem Untergrund gewöhnlicher Ackerfelder, die ohne Bedenken als Baustelle benutzt werden, nicht zurücksteht.

1) **Heiden, A. Müller** *und* **von Langsdorff**, *Die Verwertung der landwirtschaftlichen Fäkalien, Hannover* (1885).

2) **Johann Kaftan**, *Die systematische Reinigung und Entwässerung der Städte, Wien* (1880).

3) *Reinigung und Entwässerung Berlins, Generalbericht über die Arbeiten der städtischen gemischten Kommission für die Untersuchung der auf die Kanalisation und Abfuhr bezüglichen Fragen, erstattet von* **Rudolph Virchow**, *Berlin* (1873).

3a) *Dazu Anhang* 1 *und* 2: *First and second Report of the Commissioners, appointed in* 1868, *to inquire into the best Means of preventing the Pollution of Rivers, übersetzt von O. Reich, Berlin* (1871).

Und Anhang 3: Die Reinigung der Seine, Bericht an das Ministerium der öffentlichen Arbeiten zu Paris vom 12. Dez. 1874, Berlin (1876).

4) **Georg H. Gerson**, *Die Verunreinigung der Wasserläufe durch die Abflußwässer von Städten und Fabriken und ihre Reinigung (preisgekrönte Arbeit), Berlin* (1889).

5) **Justus von Liebig**, *Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie* 1. *Bd.: Der chemische Prozeß der Ernährung der Vegetabilien*, 2. *Bd.: Die Naturgesetze des Feldbaues.*

6) **Biedermann's** *Centralblatt für Agrikulturchemie und rationellen landwirtschaftlichen Betrieb, Jahrgänge* 1875—1893.

7) **Max Märker**, *Die Kalisalze und ihre Anwendung in der Landwirtschaft, Berlin* (1880).

8) **M. Fleischer**, *Die Entphosphorung des Eisens durch den Thomas-Prozeß und ihre Bedeutung für die Landwirtschaft, Berlin* (1886).

9) **Schultz-Lupitz**, *Die Kalidüngung auf leichtem Boden*, 4. *Aufl., Berlin* (1894).

9a) **Schultz-Lupitz**, *Die Kalk-Kali-Phosphatdüngung, Dresden* (1892).

10) **Hellriegel**, *Beilageheft z. Zeitschr. d. Ver. f. d. Rübenzucker-Ind. d. D. R.* (1888) *Novbr.*

11) **J. König**, *Die Verunreinigung der Gewässer, Berlin* (1887).

12) **Franz Hulwa**, *Beiträge zur Schwemmkanalisation und Wasserversorgung der Stadt Breslau, Ergänzungshefte zum Centralblatt für allgemeine Gesundheitspflege* 1. *Bd.* 86 (1885).

13) **F. Fischer**, *Das Wasser, seine Verwendung, Reinigung und Beurteilung, Berlin* (1891).

14) **Charles T. Liernur**, *Rationelle Städteentwässerung, Berlin* (1883).

15) **Süßenguth**, *Die Industrie der Abfallstoffe, Leipzig* (1879).

16) **Babut du Marès**, *Le Sewage, son Utilisation et son Epuration, Leipzig* (1883).

17) **Fadejeff**, *Die Unschädlichmachung der städtischen Kloakenauswürfe durch den Erdboden, Leipzig* (1886).

18) **J. Kaftan**, *Die systematische Reinigung und Entwässerung der Städte mit besonderer Berücksichtigung der Schwemmkanalisations- und Berieselungs-Anlagen, Wien* (1880).

19) **E. Perels**, *Handbuch des landwirtschaftlichen Wasserbaues, Berlin* (1877).

20) **L. Vincent**, *Die Drainage, deren Theorie und Praxis*, 5. *Aufl., Leipzig* (1873).

21) **H. Fleck**, *Ueber Flußverunreinigungen, deren Ursachen, Nachweis, Beurteilung und Verhinderung, Dresden* (1884).

22) **Ad. Fegebeutel**, *Die Kanalwasser(Sewage)-Bewässerung oder die flüssige Düngung der Felder im Gefolge der Kanalisation der Städte in England, Danzig* (1870).

23) **Herm. Eulenberg**, *Gutachten der königl. wissenschaftl. Deputation für das Medizinalwesen in Preußen über die Kanalisation der Städte, Berlin* (1883).

24) **Lindlay**, *Die Klärbeckenanlage für die Sielwässer von Frankfurt a. M., D. Viertelj. f. öffentl. Gespfl.*, 16. *Bd.* (1884).

25) **Fegebeutel**, *Die Kanalwasser(Sewage) Bewässerung in Deutschland, Danzig* (1894).

26) **L. Mitgau**, *Bericht über die in Berlin, Amsterdam u. s. w. eingeführten Systeme der Städtereinigung, Braunschweig* (1880).

27) **Eulenberg**, *Gutachten der kgl. Dep. f. Medizinalwesen in Preußen betreffend das Liernursche Reinigungsverfahren in Städten, Berlin* (1884).

28) **J. Hobrecht**, *Beiträge zur Beurteilung des gegenwärtigen Standes der Kanalisations- und Berieselungsfrage, Berlin* (1883).

29) **König**, *Ueber die Prinzipien und die Grenzen der Reinigung von fauligen und fäulnisfähigen Schmutzwassern, Berlin* (1885).

30) *Berichte der städtischen Deputation für die Verwaltung der Kanalisationswerke über die Desinfektion von Kanalwasser, zu Berlin.*

31) **Grandke**, *Die Rieselfelder von Berlin und die Spüljauche, Berlin* (1892).

32) **Klein**, *Das galvanische Filter und die rationelle Nutzbarmachung der Kanalisationsjauche für die Landwirtschaft, ein Beitrag zur Städtereinigungsfrage.*

33) **Hajniš**, *Historisch-kritische Studien über das Liernur'sche System mit besonderer Berücksichtigung des Entwässerungssystems mittels Injektoren, Prag* (1886)

34) **J. Soyka**, *Hygienische Tagesfragen, I. Kritik der gegen die Schwemmkanalisation erhobenen Einwände, München* (1880).

35) *Wasserleitung, Kanalisation und Rieselfelder von Danzig, Danzig* (1876).

36) **Stammer**, *Die Reinigung der städtischen Abwässer und die Reinhaltung der öffentlichen Wasserläufe, eine Lebensfrage für große und kleine Städte und deren Lösung, Breslau* (1885).

37) **Peschke**, *Die Petri'sche Methode für Reinigung städtischer Kanalwässer, Berlin* (1884).

38) **Weigelt**, *Die Schädigung von Fischerei und Fischzucht durch die Industrie- und Haus-Abwässer, Archiv für Hygiene*, 3. *Bd.* 1. *Heft, München* (1885).

39) **Schweder**, *Die Spüljauchen-Rieselung, Abdruck aus Alex. Müller's Landwirtschaftlichem Centralblatt für Deutschland, Berlin* (1875).

40) **Charles T. Liernur**, *Beantwortung der Fragen der kgl. preuß. wissenschaftl. Deputation für das Medizinalwesen vom* 11. *Januar* 1882, *in betreff der Kanalisation auf getrenntem Wege (Differenziersystem).*

41) **Knauff**, *Der Torf als Filtrationsmittel für Kanaljauchen, Berlin* (1884).
42) **Schleh**, *Fäkal-Reservoir mit Absorptions-Vorrichtung und fester Entleerungsleitung, Köln* (1880).
43) **Knauff**, *Ableitung des Regenwassers aus Städten, mit Hinblick auf die Berliner Kanalisation, Berlin* (1882).
44) **Rudel**, *Das neue Filtrationsverfahren von Dr. Gerson-Hamburg, Hamburg.*
45) **A. Schultz**, *Zur Städtereinigungsfrage, Berlin* (1881).
46) **Alex. Glen**, *The Rivers Pollution Prevention Act* (1876).
47) **Bailey Denton**, *Sewage disposal. Ten Years' Experience in works of Intermittent Downward Filtration separately and in Combination with Surface Irrigation.*
48) **Isaac Shone**, *Isaac Shone's Pneumatic Sewerage System, Scientific and sanitary, versus unscientific and unsanitary; Sewerage and Drainage; with an exposition of the new pneumatic system, London* (1880).
49) **Robinson**, *Some recent phases of the Sewage Question with remarks on „Ensilage" as applied to the Storing and preservation of sewage grown green crops, London.*
50) **Robinson**, *Address on River Pollution delivered at the Parkes Museum of Hygiene,* 26. *February* 1885, *London.*
51) **Birch**, *Sewage Irrigation by Farmers, or fifty instances of profitable Sewage Utilization, London* (1879).
52) **Baldwin Latham**, *A Scheme of Sewerage and Sewage Utilization for Hornsey, London* (1869).
53) **Bailey Denton**, *Sanitary Works and Sewage Utilization, London* (1869).
54) **Maxwell and Tuke**, *Suggestions for the Economical Collection and Disposal of the Sewage, and the Utilization of the solid refuse, London* (1880).
55) **Babut du Marès**, *La Crise Agricole et la Déperdition des Engrais, Bruxelles* (1886).
56) *Siehe dieses Handbuch Bd.* 1 *Abteilung* 1.

FÜNFTER ABSCHNITT.

Einwirkung der Rieselfelder auf die Gesundheit der Bewohner und Nachbarn*).

(Verfasser: Th. Weyl.)

Die Gefährlichkeit der Rieselfelder für die öffentliche Gesundheit ist ein noch immer hie und da verbreitetes Theorem, dessen Richtigkeit durch den Hinweis darauf begründet zu werden pflegt, daß die Rieselfelder gesundheitsschädlich wirken müßten, weil ja auf dieselben die in so hohem Grade fäulnisfähigen Abfälle der Städte gebracht würden. Diese Abfälle sollen auf den Rieselfeldern sich allmählich zersetzen, die nähere und weitere Umgebung verpesten und durch die entwickelten „Miasmen“ die Gesundheit der Bewohner und Umwohner schädigen.

Bei der im folgenden versuchten wissenschaftlichen Bekämpfung dieser Anschauungen wird es sich empfehlen, die Frage nach der Gefährlichkeit der Rieselfelder von einem doppelten Gesichtspunkte aus zu beleuchten:

1) Welche Prozesse chemischer und biologischer Art finden auf den Rieselfeldern statt?

2) Leiden die Bewohner und Nachbarn der Rieselfelder durch die Rieselfelder Schaden und werden durch die Rieselfelder ansteckende Krankheiten, z. B. Cholera und Typhus abdominalis, verbreitet?

1. Die chemischen und biologischen Prozesse im Erdboden.

Wie die einfachste Beobachtung zeigt, dringen die auf einen durchlässigen Boden gebrachten Bestandteile in denselben ein, während die festen Bestandteile zunächst liegen bleiben.

Untersucht man nun diejenige Flüssigkeit, welche in den Boden eingedrungen war und aus den tieferen Bodenschichten als Drain-

*) Der günstige Einfluſs, den Rieselfelder auf die Gesundheit derjenigen Städte ausüben, welche ihre Abwässer auf Rieselfelder schicken, fällt vielfach mit demjenigen einer rationellen Städtereinigung überhaupt zusammen und ist von Blasius in diesem Bande S. 36 ff. geschildert worden. Vergl. auch: Th. Weyl, Ueber die Einwirkung hygienischer Werke auf die Gesundheit der Städte, Jena 1893.

wasser wiederum zu Tage tritt, so ergiebt die chemische und mikroskopische Prüfung, daß sich die Zusammensetzung der aufgegossenen Flüssigkeit im Boden, also durch den Boden wesentlich verändert hat. War die aufgegossene Flüssigkeit trübe, so ist sie jetzt klar und farblos, war sie übelriechend, so ist sie jetzt fast geruchlos. Die Menge der kohlenstoffhaltigen (organischen Substanz) hat sich wesentlich verringert, und an die Stelle der zusammengesetzten stickstoffhaltigen organischen Körper, also z. B. an die Stelle von Harnstoff und Harnsäure, sind jetzt anorganische Körper, wie Ammoniak und Salpetersäure, getreten.

Die früher an Bakterien aller Art reiche Flüssigkeit ist arm an Bakterien geworden.

Diese Verhältnissc werden durch den folgenden, von Frankland mitgeteilten Versuch besonders anschaulich gemacht, in welchem der Bakteriengehalt allerdings nicht berücksichtigt ist, weil er zu einer Zeit angestellt wurde, in welcher eine wissenschaftliche Bakteriologie noch nicht existierte.

Veränderungen des Sielwassers durch Bodenfiltration nach Frankland[1].

1 l Sielwasser enthielt mg:

	gelöst	organ. Kohlenstoff	organ. Stickstoff	Ammoniak	Stickstoff in Nitraten und Nitriten
vor der Filtration	645	43,86	24,84	55,57	0,00
nach der Filtration: 15′ starke Sandschicht	785	10,83	3,30	6,26	35,12
nach der Filtration: 15′ starke Schicht v. Sand u. Kreide	968	7,26	1,18	0,85	38,14

Daß die so ungemein bakterienreichen Spüljauchen durch die Bodenfiltration wesentlich keimärmer werden, beweisen jene zahlreichen Untersuchungen, welche auf Veranlassung des Berliner Magistrats an den Berliner Rieselwässern vorgenommen werden. Zu dem gleichen Resultate führen die auf den Pariser Rieselfeldern vorgenommenen Prüfungen[2].

Die eben geschilderten Eigenschaften eines Filters besonderer Art entfaltet aber der Boden nur unter ganz bestimmten Umständen.

Nicht genug, daß er durchlässig ist, also ein relativ großes Porenvolumen besitzen muß, nicht genug, daß eine filtrierende Schicht von genügender Mächtigkeit zur Verfügung steht: wesentlich beteiligt sind vielmehr an der merkwürdigen Thätigkeit und Fähigkeit des Bodens die Bakterien, welche sich in den oberen Schichten desselben regelmäßig finden. Und so mächtig ist dieser Einfluß, daß ein bakterienfreier Boden, wie er durch absichtliche Sterilisation im Laboratorium gewonnen werden kann, zwar einige der einem nicht sterilen Boden zukommenden Eigenschaften besitzt, sich von diesem jedoch in den wesentlichsten Punkten unterscheidet.

Nur ein bakterienhaltiger Boden wirkt, wie die folgende Tabelle zeigt, mineralisierend und selbstreinigend; nur dieser vermag die organischen, hochmolekularen Körper, welche in denselben eindringen, zu verbrennen und in anorganische Stoffe überzuführen.

Wirkung von sterilem und von keimhaltigem Boden auf 100 ccm verdünnten Harns nach Fodor[3].

	Filtrat durch nicht erhitzten Boden	Filtrat durch erhitzten Boden
Ammoniak	1,75 mg	1,5 mg
Organische Substanzen	19,2 „	84,04 „
Salpetersäure	90,0 „	0,0 „

Aus den oben angeführten Thatsachen, deren experimentelle Begründung in Fodor's Hygiene des Bodens[4] zu finden ist, geht hervor: daß der Boden unter geeigneten Verhältnissen fäulnisfähige Substanzen in anorganische, also der Fäulnis nicht mehr unterliegende Stoffe zu verwandeln und Bakterien ganz oder teilweise zurückzuhalten vermag.

1) Fodor, *dieses Handb.* 1. *Bd.* 121.
2) Soyka, *Der Boden* 216.
3) Fodor, *a. a. O.* 138.
4) Fodor, *a. a. O* 37.

2. Vermeintliche Gefahren der Rieselfelder für Bewohner und Nachbarn.

a) *Erzeugung übler Gerüche.*

Die Rieselfelder verbreiten, so behaupten die Gegner derselben, einen höchst unangenehmen Geruch und schädigen durch denselben die öffentliche Gesundheit.

Dieser Vorwurf ist in seiner Allgemeinheit sicher unrichtig, wie jeder zugeben wird, der die Rieselfelder von Danzig oder Berlin häufiger besucht hat. Richtig ist, daß schlecht angelegte und schlecht bewirtschaftete Anlagen einen sehr unangenehmen Geruch verbreiten, weil die Spüljauche auf denselben fault, statt in den Boden einzudringen. Wo aber die Felder drainiert sind, wo die auf das Rieselfeld geschickte Wassermenge in richtigem Verhältnisse zu der Größe des Feldes steht (S. 336), dort wird ein Geruch namentlich während des heißen Sommers zwar bemerkbar, derselbe ist jedoch so unschuldig, daß selbst gegen Gerüche empfindliche Personen stundenlang auf den Rieselfeldern spazieren gehen können, ohne von Kopfschmerzen, Uebelkeit oder anderen Beschwerden befallen zu werden.

So führt z. B. nach Dr. Carpenter über die Rieselfelder von Norwood ein Weg, welcher von Hunderten von Personen auf ihren Geschäftsgängen und beim Spazierengehen benutzt wird, und zwar viel häufiger benutzt wird als andere Wege in der Nachbarschaft[1].

Es kann ferner ohne Uebertreibung behauptet werden, daß gut bewirtschaftete Rieselfelder zu keiner Zeit einen stärkeren Geruch verbreiten, als derjenige ist, welcher empfunden wird, wenn Stallmist oder Latrine auf die Felder zur Düngung derselben ausgebreitet wird. Und es fällt doch niemand ein, etwa die Anwendung der genannten Dungmittel wegen des mit ihrer Anwendung verbundenen üblen Geruches zu untersagen!

Uebrigens haben die üblen in der Nähe von Rieselfeldern wahrgenommenen Gerüche bisweilen eine ganz andere Quelle als die beschuldigten Rieselfelder. So weist Colin[2] in einem amtlichen Be-

richte nach, daß die Gerüche, über welche sich die in der Nähe von Gennevilliers (Paris) belegenen Schulen beschwerten, nicht durch die Rieselfelder bedingt waren, sondern vielmehr von den unweit der Schulen etablierten Abladeplätzen und von chemischen Fabriken herstammten, deren gasförmige Emanationen die Luft verpesteten *).

1) Corfield, *Treatment and utilisation of sewage, London* 1871, 2. *Edit.*, 273.
2) L. Colin, *Ann. d'hygiène publ.* (1895) 425.

b) *Uebersättigung (Erschöpfung) und Versumpfung.*

Die Gegner der Rieselfelder haben ferner behauptet, daß der jahraus, jahrein berieselte Boden das Vermögen, die aufgegossenen organischen Bestandteile zu mineralisieren, allmählich verlöre und sich mit der Zeit in einen Sumpf verwandle, der die Gesundheit der Bewohner bedrohe.

Diese Befürchtungen sind in ihrer Allgemeinheit sicherlich unzutreffend. Nur wenn das für Rieselzwecke gewählte Terrain für diesen Zweck ungeeignet ist, weil es eine zu geringe Porosität besitzt, z. B. aus stark thonigem Boden besteht, oder wenn die Felder nicht oder ungenügend drainiert sind, oder wenn die Menge des auf die Bodeneinheit gelangenden Rieselwassers zu groß ist, dann können die Thatsachen den Behauptungen entsprechen (S. 334 und 336).

Daß aber ein für Rieselzwecke geeigneter Boden seine mineralisierenden Eigenschaften auch nach vieljähriger Benutzung nicht verliert, zeigen die Rieselfelder von Bunzlau[2], wo der Rieselbetrieb seit 1539 (!) ohne Unterbrechung fortdauert, ferner die Rieselfelder von Edinburgh, welche ihren Zwecken schon seit fast 150 Jahren dienen, zeigen die seit 25 Jahren in Danzig gemachten Erfahrungen.

In gleichem Sinne sprechen die exakten Untersuchungen Salkowski's, nach welchen sich die Zusammensetzung der von demselben Rieselfeld gelieferten Drainwässer im Verlauf von 6 Jahren nicht wesentlich änderte[1].

Richtig gewählte und richtig geleitete Rieselfelder unterliegen also weder der Versumpfung noch der Erschöpfung.

1) Salkowski, *Deutsche Medizinal-Zeitung* (1887) *No.* 1 *und* 2.
2) *Siehe diesen Band S.* 5 *und* 116.

c) *Krankheiten unter dem Einflusse der Rieselfelder.*

Die Frage, ob die Bewohner und Nachbarn der Rieselfelder durch diese geschädigt werden, ob Cholera, Abdominaltyphus und andere Krankheiten durch die Rieselfelder verbreitet werden, ist, wie fast alle großen Fragen der öffentlichen Gesundheitspflege, zuerst in England Gegenstand eingehender und vorurteilsfreier Untersuchung gewesen. Namentlich sind die vor der River pollution commission gemachten Aussagen erwähnenswert.

So waren nach Professor Christison, einem der Zeugen vor der Königl. Kommission zum Studium der Flußverunreinigung, die

*) Der Bericht[2] stellt ferner fest, dafs die grofse Zahl von Fliegen in den Schulen von Gennevilliers von den Rieselfeldern stammen. Infolge dieses Berichtes bestimmte die Aufsichtsbehörde, dafs die Rieselfelder mindestens 80 m von den Schulgebäuden entfernt bleiben müfsten.

Rieselgüter von Edinburgh, welche bekanntlich seit mehr als 140 Jahren in Betrieb sich befinden, niemals der Sitz von Erkrankungen an Typhus, Cholera oder Dysenterie weder zu Zeiten von Epidemien noch außerhalb solcher [1].

Nach Dr. Littlejohn [2] kamen in dem Lager von Piershill in Schottland, in dessen Nähe sich Rieselgüter befinden, während der Jahre 1865—1866, wo die Cholera in Leith und Edinburgh wütete, Erkrankungen an Cholera nicht vor. Die Bewohner von Barking blieben frei von Cholera, obgleich diese in London viele Opfer forderte und der ganze Norden von London seine Abwässer auf die Rieselfarm von Barking schickte. Dagegen erkrankten die Kinder, welche in der Umgebung der Rieselgüter von Norwood lebten, an Malaria, solange die Rieselfelder dieser Stadt schlecht drainiert waren und stehenden Sümpfen glichen.

Nach dem 9. Report of the medical officers of the privy council wurde die Gesundheit der Umwohner durch die Rieselfelder an den folgenden Orten in keiner Weise beeinträchtigt: in Worthing, in der Irrenanstalt von Colney Hatch [1].

Für die Unschädlichkeit der Rieselfelder spricht sich auch der second and final Report of the Royal commission on the metropolitain sewage discharge vom Jahre 1884 aus [2].

Ob die Typhusepidemie von Barking durch die Rieselfelder veranlaßt wurde, ist zum mindesten zweifelhaft, weil, wie Buchanan ermittelte [11], die Erkrankten nicht auf den Rieselfeldern, sondern in der Stadt wohnten und auf den Rieselfeldern nur als Arbeiter beschäftigt waren.

Daß die Typhusepidemie von Croydon, welche ihrerzeit viel besprochen wurde, nicht durch die Rieselfelder hervorgerufen wurde, ist mit Sicherheit festgestellt worden [12].

England besitzt ungefähr 50 größere und ebensoviele kleinere Rieselanlagen (S. 330). Trotzdem ist dort der Abdominaltyphus eine seltene Krankheit [2].

Auch als Paris die ersten Berieselungsversuche in größerem Maßstabe auf der Ebene von Gennevilliers unternahm, wurden Stimmen laut, welche eine nachteilige Beeinflussung der öffentlichen Gesundheit durch diese Anlagen fürchteten. Allerdings glichen die Pariser Rieselfelder im Anfange mehr sumpfartigen Wiesen als regelrecht bewirtschafteten Rieselländereien, und für diese Perioden dürften die ausgesprochenen Befürchtungen nicht unbegründet gewesen sein. Diese Zustände änderten sich aber, wie aus den Mitteilungen von Bertillon und Ogier hervorgeht, schnell, als für eine genügende Drainage der Rieselfelder Sorge getragen worden war.

Bertillon [3] vergleicht auf Grund amtlicher Zählungen die Sterblichkeit von Gennevilliers, Asnières und Colombes, in deren Nähe die ersten Rieselfelder von Paris lagen, mit der Sterblichkeit von Paris und einigen anderen Gemeinden von Nord-Frankreich in der Umgebung von Paris. Da die Gemeinden der Umgebung von Paris ihre Kranken vertragsgemäß in die Pariser Spitäler schicken, wurden die Todesfälle solcher Kranken, welche zwar in den Pariser Krankenhäusern starben, aber aus den Vororten von Paris stammen, der Sterblichkeit der Vororte zugefügt.

Von 10000 Einwohnern starben in einem Jahre (Auszug nach dem Original):

Krankheit	Rieselland		Kein Rieselland		
	Mittel der Jahre 1885/87 Gennevilliers	Im Jahre 1887 Gennevilliers Colombes Asnières	Im Jahre 1887 Paris	Im Jahre 1887 Arrondissement St. Dénis	Im Jahre 1887 Kommune vom Arrondiss. St. Dénis, in denen nicht gerieselt wird
Typhus abdominalis	6	7	?	7	7
Pocken	3	4	2	4	4
Scharlach	1	1	1	1	1
Masern	4	3	7	8	9
Keuchhusten	2	0	2	3	3
Diphtherie	11	14	7	10	10
Lungentuberkulose	37	51	50	52	52
Pneumonia und Bronchitis acutae	24	24	25	35	36
Kinderdiarrhöe	29	20	18	31	32
Lebensschwäche	7	7	3	6	6
Gesamt-Sterblichkeit	261	260	234	289	292

Die Tabelle zeigt, daß der Gesundheitszustand in der Nähe der Pariser Rieselgüter weder schlechter noch besser ist als in Paris oder als in solchen Vororten von Paris, in deren Bezirk sich Rieselgüter nicht befinden. Namentlich sind die Todesfälle an Infektionskrankheiten in der Gegend der Rieselgüter nicht häufiger als in den mit ihnen verglichenen Gemeinden. So ist der Typhus abdominalis auf den Rieselgütern ebenso selten wie in den anderen Gemeinden. Pocken, Scharlach und Keuchhusten sind auf allen Territorien gleich verbreitet. Die Diphtherie ist auf dem eigentlichen Rieselgute Gennevilliers selten, während Asnières und Colombes zahlreichere Fälle zeigten. Die Lungentuberkulose ist auf den Rieselfeldern seltener als in Paris und in der Bannmeile von Paris.

So gelangt denn der französische Statistiker zu dem Schlusse: que l'état sanitaire des localités arrosées par l'eau d'égout n'est, depuis trois ans, ni notablement meilleur, ni pire que celui des autres localités du nord et de l'ouest de Paris; que les maladies épidémiques notamment n'y sont pas plus repandues, et que l'emploi de l'eau d'égout comme engrais n'exerce sur la santé publique aucune influence nuisible.

Ogier[4] schließt sich in einem amtlichen Bericht diesen Folgerungen Bertillon's an und meint, daß die epidemischen Krankheiten in der Gegend der Rieselfelder um Paris nicht frequenter sind als in dem Arrondissement von Saint Denis. Vielleicht kommen sogar in der Gegend der Rieselfelder um Paris weniger Infektionskrankheiten vor als in Gegenden, in denen nicht gerieselt wird. Der Grund hierfür liegt nach dem Berichterstatter wahrscheinlich aber nicht in der günstigen Wirkung der Rieselfelder, sondern darin, daß die Infektionskrankheiten in Industriecentren häufiger als außerhalb derselben zu sein pflegen.

Allerdings habe die Zahl der Fälle von Intermittens nach Dr. Lagneau[4] auf den Rieselfeldern infolge der Berieselung zu-

genommen. Denn während in Gennevilliers vor Beginn der Berieselung nur 2—3 Fälle zur Beobachtung kamen, hob sich die Zahl auf 35—39 nach Einführung der Berieselung. Der Grund für diese Erscheinung liegt aber nicht in der Berieselung als solcher, sondern vielmehr darin, daß die Berieselung nicht richtig ausgeführt worden war. Man hatte nämlich, ähnlich wie anfangs in Berlin, die Berieselung ohne gleichzeitige Drainage eingeleitet. Infolge dieses Fehlers bildeten sich nun große Lachen, welche längere Zeit bestehen blieben. Nach Einführung einer richtigen Drainage verschwanden die Lachen und gleichzeitig auch die Malaria.

Auch die Kindersterblichkeit (0—1 Jahr) ist in Gennevilliers keine abnorm hohe.

Dieselbe betrug:

1860—1864	14,18
1865—1869	16,8
1870—1874	18,5
1875—1879	15,2
1880—1881	12,9

während sie sich für ganz Frankreich auf 17—18 Proz. belief.

Die vom Senate ernannte Kommission, als deren Berichterstatter Ogier fungierte, ermittelte ferner durch besondere Versuche, daß der Typhusbacillus in den oberen Filterschichten zurückgehalten wird, wenn man nicht zu schnell und nicht zu reichlich Typhusbacillen auf das Erdfilter bringt. Natürlich gilt dies nur für nicht sterilisierte Erde.

Eine Verschleppung der auf die Riesellländer gelangten pathogenen Bakterien durch die dort gezogenen und dann verkauften Gemüse sei zwar denkbar, eine Uebertragung des Typhus auf diesem Wege wäre aber nur dann zu fürchten, wenn die Gemüse roh, d. h. ungekocht verzehrt würden [4].

Eine Art von indirektem Beweis zu gunsten der Rieselfelder erbringen die Beobachtungen von Vallin [5], welche die Typhussterblichkeit der französischen Armeekorps und Garnisonen von Nordfrankreich mit der von Südfrankreich vergleichen.

Die Garnisonen in Nordfrankreich sind auffallend arm an Typhuskranken, obgleich die Exkremente in einfachster Weise in Fässern gesammelt und auf die Felder ausgegossen werden.

Im Gegensatze hierzu sind die Typhuskranken in den Garnisonen Südfrankreichs sehr zahlreich.

Es betrug die Typhussterblichkeit in den Armeekorps von 1879 bis 1881:

a) in Nordfrankreich		
	1. Korps Lille	13,7 pro 10000
	2. „ Amiens	25,5 „ „
b) in Südfrankreich		
	15. Korps Marseille	51 „ „
	16. „ Montpellier	49,4 „ „

Es ergiebt ferner die Typhusstatistik der einzelnen Garnisonen pro 1879 bis 1881

		Sterbefälle pro 10000
a) in Nordfrankreich		
	Arras	5,5
	Douai	13,8
b) in Südfrankreich		
	Marseille	56,6
	Montpellier	57

Hieraus geht hervor, daß der **Typhus durch das Verbringen der Fäkalien aufs Feld nicht verbreitet wird: also erst recht nicht durch eine geregelte Rieselwirtschaft**, bei welcher die lebende Pflanze mit wirkt.

Für **Deutschland** liegen nur aus wenigen Orten Beobachtungen über die Beeinflussung der öffentlichen Gesundheit durch Rieselfelder vor *). Nach **Lissauer**[6] ist in Heubude und Weichselmünde **auf den Rieselfeldern Danzigs** in den Jahren, in welchen gerieselt wurde, die Zahl der Todesfälle an Typhus sicher nicht gestiegen und die Gesamtsterblichkeit nicht höher gewesen als früher, wenn man das Cholerajahr 1873 unberücksichtigt läßt.

Sterblichkeit in Heubude.

In den fettgedruckten Jahren wurde gerieselt

Einwohnerzahl	Jahr	Gestorben in Prozent der Bevölkerung		Zahl der Todesfälle an Typhus abdominalis
		überhaupt	an Cholera	
1171	1865	4,09	—	2
	1866	4,44	1,45	1
	1867	4,35	0,42	3
	1868	4,85		3
	1869	5,80		10
1275	1870	3,76		1
	1871	6,44		5
	1872	6,35		1
	1873	5,09	1,56	0
	1874	5,72		?

Sterblichkeit in Weichselmünde.

In den fettgedruckten Jahren 1872—1874 wurde gerieselt.

Einwohnerzahl	Jahr	Gestorben in Proz. der Bevölkerung		Zahl der Todesfälle an Typhus abdominalis
		überhaupt	an Cholera	
1158	1865	3,88	—	1
	1866	4,74	3,1	1
	1867	5,26	1,46	1
	1868	3,36	—	2
	1869	3,10	—	0
1495	1870	2,60	—	0
	1871	2,40	—	1
	1872	3,41	—	1
	1873	7,22	3,8	1
	1874	2,20	—	1

Sterblichkeit pro 100 Einwohner.

	in Weichselmünde	in Heubude	
1875	3,64	4,53	In allen Jahren wurde gerieselt.
1876	2,96	3,97	
1877	2,32	2,93	
1878	2,45	3,69	
1879	3,08	3,76	
1880	3,70	4,48	
1881	2,74	2,59	
1882	3,76	3,40	
1883	2,86	3,88	
1884	2,80	2,65	
1885	3,23	2,95	

*) Die Rieselfelder von Charlottenburg sind erst seit kurzer Zeit im Betriebe.

Allerdings behaupteten die Einwohner von Weichselmünde, daß sie die Cholera in dem Jahre 1873 dem Umstande verdankten, daß die Drainwässer in offenen Gräben durch ihr Gebiet flössen. Demgegenüber wurde aber von August Hirsch, dem Spezialkommissar des preußischen Ministers, festgestellt, daß die Einwohner das Drainwasser, welches durch die Dejektionen der Anwohner verunreinigt worden war, getrunken hatten. Sicher ist hiernach erwiesen, daß die Gesundheit der Gemeinden Heubude und Weichselmünde durch die in ihrer Nähe befindlichen Rieselfelder nicht gelitten hat.

In den folgenden Jahren 1875 bis 1885 ist die Sterblichkeit in Heubude und Weichselmünde, wie die mitgeteilten amtlichen Zahlen erweisen, dauernd gesunken. Dies Fallen der Sterblichkeit ist aber nach Lissauer nicht als ein direkter Einfluß der Rieselfelder aufzufassen, sondern wohl so zu erklären, daß die Bewohner von Heubude durch die Beschäftigung auf den Rieselfeldern eine gut bezahlte Beschäftigung und hierdurch die Mittel zu einer gesünderen Lebenshaltung gewonnen hätten.

In Freiburg in Baden[13] haben sich die Rieselfelder in jeder Hinsicht bewährt. Wie der Bericht des dortigen Stadtrates an den Bürgerausschuß meldet, war „der Gesundheitszustand der zahlreichen Arbeiter und Bewohner der Rieselfelder fortgesetzt ein guter . . .“ Nach den gefälligen Mitteilungen der Herren Professoren Bäumler und Schottelius an Th. Weyl sind zwar auf den dortigen Rieselfeldern bei den auf denselben beschäftigten Arbeitern nach Genuß von Rieselwasser einige Typhusfälle vorgekommen. Doch ist es nicht ausgeschlossen, daß sich dieselben anderswo infiziert haben, um so mehr, als in deren Heimatsdörfern mehrfach Typhus vorgekommen ist. Einzelheiten über diese Typhusfälle enthält das im folgenden abgedruckte Schreiben des Herrn Professor Bäumler.

„Typhuserkrankungen bei Arbeitern auf dem städtischen Rieselfeld, nach den Aufnahmen in das klinische Hospital in Freiburg i. B.:

Die Urbarmachungs- und Aptierungsarbeiten auf dem Rieselfeld begannen im Jahre 1890. Im Jahre 1892 wurde ein Teil der Rieselfelder in Betrieb gesetzt.

Im September und November 1891 wurden zwei Arbeiter, die im Dorfe Haslach ihre Wohnung hatten, mit Typhus ins Hospital aufgenommen.

Im Jahre 1892 vom 7. Juni an neun Arbeiter, im Jahre 1893 vom 22. Februar bis 3. Juli vier, seitdem keiner.

Es ist wahrscheinlich, daß der größte Teil der an Typhus Erkrankten in das klinische Hospital in Freiburg kam. Vereinzelte Fälle mögen in den Ortschaften, wo sie wohnten, verpflegt worden sein.

Daß auf dem Rieselfelde selbst wohl durch Trinken von Grundwasser Infektionen vorkommen, ist für einzelne wenige Fälle kaum anzuzweifeln. Die Betreffenden hatten ihre Wohnung in Freiburg in Häusern, in denen in jener Zeit keine Typhusfälle vorkamen, oder in einem wahrscheinlich Typhus freien Dorfe, oder auf dem Rieselfelde selbst. In diese Kategorie gehören nun 5 Fälle von obigen 15. Die übrigen wohnten in Orten (in Haslach, St. Georgen, Uffhausen, Lehen), aus denen schon vor 1891 z. T. wiederholt Typhusfälle ins Hospital aufgenommen

worden waren; so aus Haslach im Jahre 1885 2 Fälle, 1889 1 Fall; aus St. Georgen 1884 1 Fall, 1886 2 Fälle, 1888 1 Fall, 1889 2 Fälle, 1890 und 1891 je 1 Fall. Auch in anderen benachbarten Ortschaften, von denen aus niemand auf dem Rieselfelde arbeitete, wie Merzhausen, Au, wo in den Steinbrüchen und Ziegeleien arbeitende Italiener öfters wohnen, sind zwischen 1887 und 1891 Typhusfälle ins Hospital gekommen.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß der größere Teil der auf dem Rieselfelde arbeitenden an Typhus Erkrankten in den Ortschaften, in welchen sie wohnten, infiziert wurden und daß solche den Krankheitskeim nach dem Rieselfelde verschleppten.

In Freiburg selbst ist die Zahl der Typhusfälle seit 1890 eine sehr niedrige gewesen. Die Hospitalaufnahmen aus Freiburg selbst betrugen:

	1889	1890	1891	1892	1893
M.	35	23	13	12	11
W.	16	17	10	17	11
Summa:	51	40	23	29	22

Bäumler."

Daß die kleineren Rieselanlagen zu Groß-Lichterfelde bei Berlin und zu Wahlstatt, welche die Abwässer der dortigen Kadettenhäuser aufnehmen, zu Störungen der öffentlichen Gesundheit keinen Anlaß gaben, beweist das S. 375 unter [7] abgedruckte, an Th. Weyl gerichtete Schreiben des Kgl. preußischen Kriegsministeriums.

In gleichem Sinne äußert sich A. Baer über das Rieselfeld des Gefängnisses zu Plötzensee bei Berlin [14].

Ueber den Gesundheitszustand der Berliner Rieselfelder sind wir durch die amtliche Statistik, welche der Magistrat zu Berlin [8] führen läßt, auf das genaueste unterrichtet.

Tabelle I.

Sterblichkeit auf den Berliner Rieselfeldern (und in Berlin).

	1884 bis 1885	1885 bis 1886	1886 bis 1887	1887 bis 1888	1888 bis 1889	1889 bis 1890	1890 bis 1891	1891 bis 1892	1892 bis 1893	1893 bis 1894
Sterblichkeit auf 1000 Bewohner der Rieselfelder	15	14,1	10,3	13,1	6,5	8,8	6,7	11,5	6,9	5,5
Sterblichkeit auf 1000 Kinder von 0—15 Jahren der Rieselfelder	35,5	29,1	33,4	48,5	22,2	15,6	15,4	32,0	17,3	25,7
Sterblichkeit (ohne Totgeburten) auf 1000 Bewohner Berlins	(25,35)	(25,01)	(23,76)	(21,11)	(20,47)	(22,25)	(21,16)	(20,39)	(20,5)	(?)
Sterblichkeit (ohne Totgeburten) auf 1000 Kinder Berlins	(52,0)	(50,7)	(47,4)	(40,3)	(42,2)	(44,7)	(41,9)	(39,6)	(41,0)	(?)

Wie aus der obigen Tabelle 1 hervorgeht, ist die Gesamtsterblichkeit der Bewohner der Rieselfelder stets geringer als in Berlin. Dasselbe gilt auch für die Sterblichkeit der Altersklasse von 0—15 Jahr. Eine Ausnahme macht das Jahr 1887—1888,

Tabelle 2.

Erkrankungen und (Sterbefälle) auf den Berliner Rieselfeldern.
(K. = Personen unter 15 Jahren, † = Tod.)

	1884 bis 1885	1885 bis 1886	1886 bis 1887	1887 bis 1888	1888 bis 1889	1889 bis 1889	1890 bis 1891	1891 bis 1892	1892 bis 1893	1893 bis 1894
Auf den Rieselfeldern beschäftigte Personen	1507	1410	1835	1907	2012	1921	1935	2257	2446	3818
Darunter Kinder unter 0—15 Jahren	422	411	419	412	449	448	454	562	577	661
Typhus abdominalis	5	2	2 (1 †)	1	—*	3**	—	—	2***	—
Ruhr	5	—	—	—	1	—	—	—	—	—
Wechselfieber	6	9	11	2	6**	3	4	6	—	1
Masern	2	32	28	5	18	—	13 (1 K.†)	2	3	26
Scharlach	—	12 (4 K.†)	34 (3 K.†)	—	3	12 (1 K.†)	4	4	3	4
Diphtherie (+ Scharlach, Diphtherie + Kroup)	19 (2 K.†)	47 (3 K.†)	8 (2 K.†)	53 (6 K.†)	32 (2 K.†)	7	18	25 (2 K.†)	7 (2 K.†)	11 (2 K.†)
Keuchhusten	9	1	—	10	5	7	1	5	—	20
Brechdurchfall + Durchfall + Cholera nostras + akute Magen-Darmerkrankung.	72 (4 K.†)	82 (1 K.†)	106 (2 K.†)	110 (2 K.†)	73	115 (2 K.†)	86 (3 K.†)	73 (7 K.†)	88 (4 K.†)	58 (4 K.†)

* In Berlin eine ausgebreitete Typhus-Epidemie.
** Malaria wird gleichzeitig auch auf nicht berieselten Gütern beobachtet.
*** Vergl. Berl. klin. Wochenschr. 1893, No. 7, 10, 12.

in welchem die Sterblichkeit der Altersklasse von 0—15 Jahr auf den Rieselfeldern größer als in Berlin gewesen ist*).

In Tabelle 2 s. o. sind die auf den Rieselfeldern beobachteten Sterbefälle an 8 Krankheiten zusammengestellt*). Dieselbe beweist, daß die Anzahl der Sterbefälle außerordentlich gering war, namentlich auch an Typhus abdominalis und an Darmkrankheiten. Im Verlaufe von 10 Jahren ereigneten sich auf den Berliner Rieselfeldern überhaupt nur 15 Typhusfälle; darunter war einer mit tötlichem Ausgange. Cholera wurde auf den Rieselfeldern überhaupt nicht beobachtet.

Wünschenswert wäre es gewesen, die Gesamtsterblichkeit und die Sterblichkeit an bestimmten Krankheiten, wie sie auf den Rieselfeldern beobachtet wurde, mit derjenigen einiger ländlicher Distrikte um Berlin, in welchen nicht gerieselt wird, zu vergleichen. Leider fehlt hierfür das statistische Material.

Nicht ohne Leidenschaft wurde die Frage [9] diskutiert, ob die auf den Berliner Rieselfeldern und in deren Nachbarschaft beobachteten Typhusfälle durch den Rieselbetrieb bedingt seien. Dies wird von Virchow [9] bestritten. Aber selbst zugegeben, es seien wirklich 15 Bewohner der Rieselfelder und einige Umwohner im Verlauf von 10 Jahren an Typhus abdominalis erkrankt und einer von ihnen gestorben, so läge kaum ein Grund vor, deshalb die Rieselfelder als

*) Die absoluten Zahlen, welche den Tabellen 1 und 2 zu Grunde liegen, sind auf S. 374 abgedruckt.

eine verdammenswerte Einrichtung zu bezeichnen. Mit demselben Grunde könnte man den Kampf gegen die chemischen Fabriken eröffnen, weil diese Gifte produzieren. Aber ebensowenig, wie die chemischen Fabriken geschlossen werden dürfen, weil jährlich in denselben eine gewisse Zahl von Vergiftungen beobachtet wird, welche noch dazu meist durch ein regelwidriges Verhalten der Arbeiter bedingt werden, ebensowenig wird man die Rieselfelder abschaffen wollen, weil dieselben vielleicht einige Male als Erreger oder Verbreiter des Typhus gedient, oder weil einige auf den Rieselfeldern beschäftigte Arbeiter Drainwasser der Rieselfelder als Trinkwasser benutzt haben.

Hygienisch bedenklich erscheinen die Einstaubbassins zu sein, weil die Spüljauche durch diese nur unvollkommen gereinigt wird (S. 341).

Bei den Bewohnern der inmitten der Berliner Rieselfelder erbauten und stets bewohnten Rekonvalescentenanstalten und Krankenhäuser hat sich bisher niemals ein nachteiliger Einfluß der Rieselfelder gezeigt *).

1) **Corfield**, *Treatment and utilisation of sewage, London* 1871, 2. *Edit*. 276 *ff; First Report of the Riv. Pol. Comm. Vol.* 1, 90.
2) *Nach gef. Mitteilung des Herrn Ingenieur* **Roechling** *in Leicester*.
3) **J. Bertillon**, *Revue scientifique* 3 *Sér*. 15. *Bd.* 269.
4) **Ogier**, *Ann. d'hygiène* (1889) 3 *Sér*. 21. *Bd.* 350 (*Amtlicher Bericht!*).
5) **Vallin**, *Revue d'hygiène* (1885) 288.
6) **Lissauer**, *D. Viertelj. f. öffentl. Gesdhpfl.* (1875) 7. *Bd.* 737 *und* (1887) 19. *Bd.* 99.
7) *Schreiben des Kgl. preufs. Kriegsministeriums vom* 30 *Jan.* 1894 *an Th. Weyl*.

Berlin, den 30. Januar 1894.

Euer Hochwohlgeboren erwidert das Kriegsministerium auf die gefl. Anfrage vom 16. Nov. v. J., ob das Rieselfeld der Hauptkadettenanstalt zu Groß-Lichterfelde oder sonstige vom Kriegsministerium ressortierende Rieselanlagen die Gesundheit der Anlieger oder der auf den genannten Anlagen beschäftigten Arbeiter geschädigt haben, ergebenst, dafs nach den stattgehabten Erhebungen der Gesundheitszustand der von dem Pächter der Rieselfelder in Grofs-Lichterfelde zur Bewirtschaftung desselben herangezogenen Personen seit dem nunmehr 12-jährigen Bestehen der Anlage ein durchaus guter gewesen, und dafs ein Auftreten infektiöser Erkrankungen oder irgend welcher auf den Einflufs der Rieselanlage zurückzuführender Gesundheitsstörungen niemals, weder unter den auf dem Felde selbst arbeitenden Leuten, noch unter den in der Nähe desselben Wohnenden beobachtet worden ist.

Auch über das dem Kadettenhause Wahlstatt zugehörige und erst seit dem 1. Oktober v. J. im Betriebe befindliche, kleine Rieselfeld ist von schädlichen Einflüssen auf die für die Bebauung desselben in Betracht kommenden Leute und auf die Anwohner bisher nichts bekannt geworden.

No. 133/I. 94. M. A. Der Kriegsminister. I. A.: v. Coler.

8) *Berichte der Deputation f. d. Verwaltung der Kanalisationswerke Berlin* 1882—1894; *vergl. auch:* **Roechling**, *On the sewage-farms of Berlin, Proc. of the Institution of Civil Engineers Vol.* 109 *Sess.* 1891—1892 *Part* 3.
9) **R. Virchow**, *Berl. klin. Wochenschr.* (1893) *S.* 153; **Schäfer**, *Berlin. klin. Wochenschr.* (1894) *S.* 287.
10) *Tabelle enthaltend die absoluten Zahlen zu Tab.* 1 *u.* 2 *auf S.* 374.
11) *Vergl. D. Viertelj. f. öffentl. Gesundhpfl.* (1877) 4. *Bd.* 480.
12) **Virchow**, *Ges. Abhdlg. II*, 460.
13) *Vorlage des Stadtrates der Stadt Freiburg i. Breisgau an den Bürgerausschufs, Freiburg i. B.* (1895) 7. *Vergl.* **Lubberger**, *Gesundheits-Ingen.* (1892) *No.* 20, 21, 22.
14) *Private Mitteilung des Herrn Geh. Sanitätsrates Dr. A. Baer*.

---

*) In den Drainwässern der Berliner Rieselfelder leben Edelfische, z. B. Forellen, in üppigem Gedeihen.

	1884—85	1885—86	1886—87	1887—88	1888—89	1889—90	1890—91	1891—92	1892—93	1893—94
Bewohner der Rieselfelder	1507	1410	1835	1907	2012	1921	1935	2257	2446	3818
(darunter Kinder unter 15 Jahren)	(422)	(411)	(419)	(412)	(449)	(448)	(454)	(562)	(577)	(661)
Erkrankungen auf den Rieselfeldern	412	451	571	584	518	590	427	464	439	573
(darunter Kinder unter 15 Jahren)	(170)	(174)	(278)	(216)	(211)	(193)	(164)	(185)	(193)	(304)
Sterbefälle auf den Rieselfeldern	23	20	20	25	13	17	13	26	17	21
(darunter Kinder unter 15 Jahren)	(15)	(12)	(14)	(20)	(10)	(7)	(7)	(18)	(10)	(17)
Einwohner von Berlin *)	1 271 127	1 314 265	1 361 866	1 413 090	1 467 384	1 521 715	1 586 386	1 640 763	1 674 613	
Sterbefälle der Altersklasse 0—15 Jahre *) in Berlin	19 358	19 464	18 780	16 516	17 817	19 251	18 382	17 716	18 582	
Lebende der Altersklasse 0—15 Jahre *) in Berlin	371 685	383 562	396 101	409 493	422 054	430 658	438 530	446 451	452 248	

*) Mittel aus zwei zu einander gehörigen Jahren.

SCHLUSS.

Ein Urteil über die Schädigung der öffentlichen Gesundheit durch Rieselfelder kann nur durch einen auf statistischer Grundlage zu führenden Beweis erbracht werden.

Wo aber statistische Erhebungen über den Gesundheitszustand auf den Rieselfeldern oder in ihrer Umgebung vorliegen: aus England, aus Paris*), aus Orten Deutschlands, namentlich aus Berlin, welches bekanntlich die größte überhaupt bestehende Rieselanlage besitzt, führen diese Erhebungen zu dem Schluß**): größere, irgendwie in Betracht kommende Schädigungen der öffentlichen Gesundheit durch gut geleitete Rieselfeldanlagen sind bisher nirgends beobachtet worden***).

1) **Th. Weyl**, *Beeinflussen die Rieselfelder die öffentliche Gesundheit, Berlin. klin. Wochenschr.* 1896 *No.* 1; **Virchow** *in der Diskussion über diesen Vortrag, Berl. klin. Wochenschr.* (1895) 1108 *u.* 1122 (*in Weyls Schlußwort*).
2) *Revue de Hygiène* (1885) 6. *u.* 7. *Bd., vergl. Schmidts Jahrb.* (1886) 210. *Bd.* 70.
3) *Vergl.* **Jul. Rochard**, *Encyclopédie d' Hygiène* (1891) 3. *Bd.* 272.
4) **Vallin**, *Revue d' Hygiène* (1894) 570.

---

*) In Frankreich berief der Senat eine Kommission von Sachverständigen zur Begutachtung des Gesetzentwurfes über die Assanierung der Seine. Derselben gehörten an: Brouardel, Bergeron, Chauveau, Colin, P. Dupré, Grancher, G. Pouchet, Vallin, du Mesnil, Napias, Ogier u. a. Brouardel hatte sich früher[2] dafür erklärt, dafs die Ueberrieselung mit Flüssigkeiten, welche menschliche Fäkalien enthalten, verboten würde. Sogar Pasteur[3] war noch im Jahre 1888 dieser Meinung und scheint derselben bis an sein Lebensende treu geblieben zu sein. Brouardel dagegen schlofs sich später dem Votum der Senatskommission an, dafs die Verwendung von Flüssigkeiten, welche Exkremente enthalten, zur Berieselung, die Gesundheit der Gegenden nicht gefährdet, in welchen sich Rieselfelder befinden.

**) Die wissenschaftliche Deputation für das Medizinalwesen in Preufsen verneinte bereits im Jahre 1884, also zu einer Zeit, wo praktische Erfahrungen über den Rieselbetrieb aus Deutschland überhaupt noch nicht vorlagen, die Gefährlichkeit der Rieselfelder für deren Bewohner und Nachbarn, indem sie sich namentlich auf die statistischen, von Joh. Simon veröffentlichten Reports an den Privy Council berief. Vergl. John Simon, Public health reports, 2 Bde., London 1887, ferner Viertelj. für ger. Med. (1884) N. F. Supplem. Heft 40. Bd. 35. — Nach Vallin[4] erhielt Bechmann, der Stadtbaumeister von Paris, auf seine Anfrage von Virchow die Antwort, dafs er die Berieselung noch immer für die beste Methode zur Beseitigung der städtischen Abwässer halte, und Vallin fügt in seinem amtlichen Berichte hinzu, dafs die Professoren der Hygiene an sechs französischen Fakultäten ihr Votum in gleichem Sinne abgegeben hätten. Er erblickt darin ein sicheres Zeichen für die Vortrefflichkeit der Methode, dafs 6 Sachverständige unabhängig voneinander zu dem gleichen Votum gelangt sind! — Dafs Virchow seine Anschauung noch heute vertritt, geht aus seinen Aeufserungen hervor, welche er im Anschlufs an einen Vortrag an Th. Weyl in der Berliner medizinischen Gesellschaft machte[1].

***) Mit der Frage, ob die Gesundheit der Umwohner von Rieselfeldern durch den Rieselbetrieb leidet, darf eine andere nicht vermengt werden: nämlich diejenige, ob es möglich ist, ungesunde, namentlich tiefliegende Landstriche, in denen Malaria haust, durch dauernde Bedeckung mit Wasser (Submersion) zu assanieren. Hierüber ist zu vergleichen: Fodor in Bd. 1 S. 224 dies. Handb.

Verzeichnis der Abbildungen.

Register

zu den Abhandlungen der Herren Vogel, Gerson und Weyl


89088902473
b89088902473a